

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-153703

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月8日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 1/11

G 0 2 B 1/10

A

1/10

G 0 9 F 9/00

3 1 8 A

G 0 9 F 9/00

3 1 8

C 0 9 D 4/00

// C 0 9 D 4/00

G 0 2 B 1/10

Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 29 頁)

(21) 出願番号

特願平10-236340

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(22) 出願日

平成10年(1998) 8月7日

(72) 発明者 中村 謙一

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真

フイルム株式会社内

(31) 優先権主張番号 特願平9-253977

(32) 優先日

平9(1997) 9月18日

(72) 発明者 中村 和浩

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真

フイルム株式会社内

(33) 優先権主張国

日本 (J P)

(72) 発明者 中村 卓

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真

フイルム株式会社内

(74) 代理人 弁理士 柳川 泰男

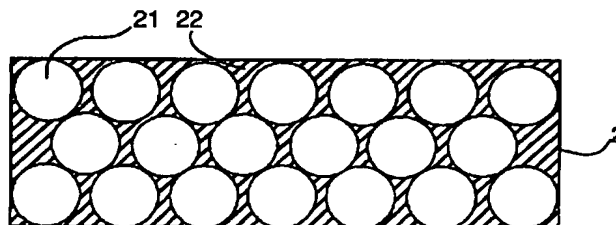
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 反射防止膜およびそれを用いた画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 大量生産に適し、屈折率が非常に高く、強度が優れた高屈折率層を有する反射防止膜を得る。

【解決手段】 反射防止膜の高屈折率層に、1乃至200nmの平均粒径を有する無機微粒子を5乃至65体積%および架橋しているアニオン性ポリマーを35乃至95体積%含ませる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 屈折率が1.65乃至2.40である高屈折率層と、屈折率が1.20乃至1.55である低屈折率層とを有する反射防止膜であって、高屈折率層が、1乃至200nmの平均粒径を有する無機微粒子を5乃至65体積%および架橋しているアニオン性基を有するポリマーを35乃至95体積%含むことを特徴とする反射防止膜。

【請求項2】 高屈折率層のアニオン性基を有するポリマーが、リン酸基またはスルホン酸基をアニオン性基として有する請求項1に記載の反射防止膜。

【請求項3】 高屈折率層のアニオン性基を有するポリマーが、さらにアミノ基またはアンモニウム基を有する請求項1に記載の反射防止膜。

【請求項4】 高屈折率層の無機微粒子が、1.80乃至2.80の屈折率を有する請求項1に記載の反射防止膜。

【請求項5】 高屈折率層が塗布により形成された層であり、アニオン性基を有するポリマーが層の塗布と同時にまたは塗布後に、重合反応により形成されたポリマーである請求項1に記載の反射防止膜。

【請求項6】 低屈折率層が、0.5乃至200nmの平均粒径を有する無機微粒子を50乃至95重量%およびポリマーを5乃至50重量%含み、該無機微粒子を少なくとも2個以上積み重ねることにより微粒子間にマイクロボイドが形成されている層である請求項1に記載の反射防止膜。

【請求項7】 屈折率が1.65乃至2.40である高屈折率層と、屈折率が1.20乃至1.55である低屈折率層とを有し、高屈折率層が、1乃至200nmの平均粒径を有する無機微粒子を5乃至65体積%および架橋しているアニオン性基を有するポリマーを35乃至95体積%含む反射防止膜を、高屈折率層が画像表示装置側となるように配置したことを特徴とする画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、高屈折率層と低屈折率層とを有する反射防止膜およびそれを用いた画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 反射防止膜は、液晶表示装置（LCD）、プラズマディスプレイパネル（PDP）、エレクトロルミネッセンスディスプレイ（ELD）や陰極管表示装置（CRT）のような様々な画像表示装置に設けられている。眼鏡やカメラのレンズにも反射防止膜が設けられている。反射防止膜としては、金属酸化物の透明薄膜を積層させた多層膜が従来から普通に用いられている。複数の透明薄膜を用いるのは、様々な波長の光の反射を防止するためである。金属酸化物の透明薄膜は、化

学蒸着（CVD）法や物理蒸着（PVD）法、特に物理蒸着法の一つである真空蒸着法により形成されている。金属酸化物の透明薄膜は、反射防止膜として優れた光学的性質を有しているが、蒸着による形成方法は、生産性が低く大量生産に適していない。蒸着法に代えて、無機微粒子の塗布により反射防止膜を形成する方法が提案されている。

【0003】 特公昭60-59250号公報は、微細空孔と微粒子状無機物とを有する反射防止層を開示している。反射防止層は、塗布により形成される。微細空孔は、層の塗布後に活性化ガス処理を行ない、ガスが層から離脱することによって形成される。特開昭59-50401号公報は、支持体、高屈折率層および低屈折率層の順に積層した反射防止膜を開示している。同公報は、支持体と高屈折率層の間に中屈折率層を設けた反射防止膜も開示している。低屈折率層は、ポリマーまたは無機微粒子の塗布により形成されている。特開平2-245702号公報は、二種類以上の超微粒子（例えば、 $MgF_2$ と $SiO_2$ ）を混在させて、膜厚方向にその混合比を変化させた反射防止膜を開示している。混合比を変化させることにより屈折率を変化させ、上記特開昭59-50401号公報に記載されている高屈折率層と低屈折率層を設けた反射防止膜と同様の光学的性質を得ている。超微粒子は、エチルシリケートの熱分解で生じた $SiO_2$ により接着している。エチルシリケートの熱分解では、エチル部分の燃焼によって、二酸化炭素と水蒸気も発生する。同公報の第1図に示されているように、二酸化炭素と水蒸気が層から離脱することにより、超微粒子の間に間隙が生じている。特開平5-13021号公報は、上記特開平2-245702号公報記載の反射防止膜に存在する超微粒子間隙をバインダーで充填することを開示している。特開平7-48527号公報は、多孔質シリカよりなる無機微粉末とバインダーとを含有する反射防止膜を開示している。特開平8-110401号、同8-179123号の各公報には、プラスチック中に高屈折率の無機微粒子を導入することで、屈折率1.80以上の高屈折率皮膜を形成し、反射防止膜に適用することが開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明者は、反射防止膜の高屈折率層への無機微粒子の導入について、研究を進めた。無機微粒子の塗布により高屈折率層を形成する方法は、生産性が高く大量生産に適している。しかし、本発明者の研究により、高屈折率層に無機微粒子を導入すると、解決すべき問題が生じることが判明した。無機微粒子を微細に分散し、その微細な分散状態を保ったまま高屈折率層を形成することが難しい。高屈折率層を透明な皮膜として形成するためには、無機微粒子を微細かつ均一に層内に分散させる必要がある。無機微粒子の分散手段としては、界面活性剤や分散用（アニオン性また

はカチオン性)ポリマーの使用が知られている。しかし、これらの分散手段は、高屈折率層の形成段階においてのみ機能する。高屈折率層の形成後は、これらの分散手段は全く機能しないだけでなく、高屈折率層の物理的強度(耐摩耗性)や化学的強度(耐薬品性)を劣化させてしまう。

【0005】本発明の目的は、大量生産に適した反射防止膜を提供することである。また、本発明の目的は、屈折率が非常に高く透明な高屈折率層を有する反射防止膜を提供することでもある。さらに、本発明の目的は、強度が優れた高屈折率層を有する反射防止膜を提供することでもある。さらにまた、本発明の目的は、適切な手段により反射が防止されている画像表示装置を提供することでもある。

【0006】本発明の目的は、下記(1)～(6)の反射防止膜および下記(7)の画像表示装置により達成された。

(1) 屈折率が1.65乃至2.40である高屈折率層と、屈折率が1.20乃至1.55である低屈折率層とを有する反射防止膜であって、高屈折率層が、1乃至200nmの平均粒径を有する無機微粒子を5乃至65体積%および架橋しているアニオン性基を有するポリマーを35乃至95体積%含むことを特徴とする反射防止膜。

(2) 高屈折率層のアニオン性基を有するポリマーが、リン酸基またはスルホン酸基をアニオン性基として有する(1)に記載の反射防止膜。

(3) 高屈折率層のアニオン性基を有するポリマーが、さらにアミノ基またはアンモニウム基を有する(1)に記載の反射防止膜。

(4) 高屈折率層の無機微粒子が、1.80乃至2.80の屈折率を有する(1)に記載の反射防止膜。

(5) 高屈折率層が塗布により形成された層であり、アニオン性基を有するポリマーが層の塗布と同時にまたは塗布後に、重合反応により形成されたポリマーである

(1)に記載の反射防止膜。

【0007】(6) 低屈折率層が、0.5乃至200nmの平均粒径を有する無機微粒子を50乃至95重量%およびポリマーを5乃至50重量%含み、該無機微粒子を少なくとも2個以上積み重ねることにより微粒子間にミクロボイドが形成されている層である(1)に記載の反射防止膜。

(7) 屈折率が1.65乃至2.40である高屈折率層と、屈折率が1.20乃至1.55である低屈折率層とを有し、高屈折率層が、1乃至200nmの平均粒径を有する無機微粒子を5乃至65体積%および架橋しているアニオン性基を有するポリマーを35乃至95体積%含む反射防止膜を、高屈折率層が画像表示装置側となるように配置したことを特徴とする画像表示装置。

【0008】本発明者が研究を進めた結果、高屈折率層

において架橋しているアニオン性基を有するポリマーを35乃至95体積%用いることで、高屈折率層の無機微粒子を微細に分散し、その微細な分散状態を保ったまま層を形成することに成功した。アニオン性基を有するポリマーは、高屈折率層の形成前のアニオン性モノマーの状態において、無機微粒子の優れた分散剤として機能する。そして、アニオン性モノマーを高屈折率層の形成後に、重合および架橋させることにより、架橋しているアニオン性基を有するポリマーが形成される。架橋しているアニオン性基を有するポリマーによって、無機微粒子が強固に結合し、強度が優れた高屈折率層が得られる。以上のように改良された高屈折率層を有する反射防止膜は、塗布により簡単に製造することができ、大量生産に適している。この反射防止膜を用いることで、画像表示装置の画像表示面における光の反射を有効に防止することができる。

【0009】

【発明の実施の形態】(反射防止膜の層構成)反射防止膜の層構成を図1を引用しながら説明する。図1は、反射防止膜の様々な層構成を示す断面模式図である。図1の(a)に示す態様は、透明支持体(4)、ハードコート層(3)、高屈折率層(2)、そして低屈折率層(1)の順序の層構成を有する。(a)のように、高屈折率層(2)と低屈折率層(1)とを有する反射防止膜では、特開昭59-50401号公報に記載されているように、高屈折率層が下記式(I)、低屈折率層が下記式(II)をそれぞれ満足することが好ましい。

【0010】

【数1】

(I)

$$\frac{m}{4}\lambda \times 0.7 < n_1 d_1 < \frac{m}{4}\lambda \times 1.3$$

【0011】式中、mは正の整数(一般に1、2または3)であり、 $n_1$ は高屈折率層の屈折率であり、そして、 $d_1$ は高屈折率層の層厚(nm)である。

【0012】

【数2】

(II)

$$\frac{n}{4}\lambda \times 0.7 < n_2 d_2 < \frac{n}{4}\lambda \times 1.3$$

【0013】式中、nは正の奇数(一般に1)であり、 $n_2$ は低屈折率層の屈折率であり、そして、 $d_2$ は低屈折率層の層厚(nm)である。図1の(b)に示す態様は、透明支持体(4)、ハードコート層(3)、中屈折率層(5)、高屈折率層(2)、そして低屈折率層

(1)の順序の層構成を有する。(b)のように、中屈折率層(5)、高屈折率層(2)と低屈折率層(1)とを有する反射防止膜では、特開昭59-50401号公

報に記載されているように、中屈折率層が下記式 (II I)、高屈折率層が下記式 (IV)、低屈折率層が下記式 (V) をそれぞれ満足することが好ましい。

【0014】

【数3】

(III)

$$\frac{h}{4}\lambda \times 0.7 < n_3 d_3 < \frac{h}{4}\lambda \times 1.3$$

【0015】式中、hは正の整数（一般に1、2または3）であり、n<sub>3</sub>は中屈折率層の屈折率であり、そして、d<sub>3</sub>は中屈折率層の層厚（nm）である。

【0016】

【数4】

(IV)

$$\frac{j}{4}\lambda \times 0.7 < n_4 d_4 < \frac{j}{4}\lambda \times 1.3$$

【0017】式中、jは正の整数（一般に1、2または3）であり、n<sub>4</sub>は高屈折率層の屈折率であり、そして、d<sub>4</sub>は高屈折率層の層厚（nm）である。

【0018】

【数5】

(V)

$$\frac{k}{4}\lambda \times 0.7 < n_5 d_5 < \frac{k}{4}\lambda \times 1.3$$

【0019】式中、kは正の奇数（一般に1）であり、n<sub>5</sub>は低屈折率層の屈折率であり、そして、d<sub>5</sub>は低屈折率層の層厚（nm）である。以上の層構成を有する反射防止膜に、本発明に従い改良された高屈折率層を用いる。

【0020】（高屈折率層）図2は、高屈折率層の断面模式図である。図2の高屈折率層の上側に低屈折率層があり、下側に画像表示装置またはレンズがある。図2に示すように、高屈折率層（2）は、空孔がなく、無機微粒子（21）の間にポリマー（22）が充填されている層である。高屈折率層（2）内では、平均粒径が1乃至200nmの無機微粒子（21）が（図2では3個）積み重なっている。そして、無機微粒子（21）の間に、架橋しているアニオン性基を有するポリマー（22）が充填されている。高屈折率層の屈折率は、1.65乃至2.40である。屈折率は、1.70乃至2.20であることが好ましい。屈折率は、アッペ屈折率計を用いる測定や、層表面からの光の反射率からの見積もりにより求めることができる。高屈折率層の厚さは、5nm乃至10μmであることが好ましく、10nm乃至1μmであることがさらに好ましく、30nm乃至0.5μmであることが最も好ましい。高屈折率層のヘイズは、5%以下であることが好ましく、3%以下であることがさら

に好ましく、1%以下であることが最も好ましい。本発明に従い改良された高屈折率層は、強度が優れている。具体的な高屈折率層の強度は、1kg荷重の鉛筆硬度でH以上であることが好ましく、2H以上であることがさらに好ましく、3H以上であることが最も好ましい。

【0021】（高屈折率層の無機微粒子）高屈折率層に用いる無機微粒子は、屈折率が1.80乃至2.80であることが好ましく、1.90乃至2.80であることがさらに好ましい。無機微粒子の一次粒子の重量平均径は、1乃至150nmであることが好ましく、1乃至100nmであることがさらに好ましく、1乃至80nmであることが最も好ましい。形成される高屈折率層中の無機微粒子の重量平均径は、1乃至200nmである。高屈折率層中の無機微粒子の重量平均径は、5乃至150nmであることが好ましく、10乃至100nmであることがさらに好ましく、10乃至80nmであることが最も好ましい。無機微粒子の粒子径は、光散乱法や電子顕微鏡写真により測定できる。無機微粒子の比表面積は、10乃至400m<sup>2</sup>/gであることが好ましく、20乃至200m<sup>2</sup>/gであることがさらに好ましく、30乃至150m<sup>2</sup>/gであることが最も好ましい。無機微粒子は、金属の酸化物または硫化物から形成することが好ましい。金属の酸化物または硫化物の例には、二酸化チタン（例、ルチル、ルチル/アナターゼの混晶、アナターゼ、アモルファス構造）、酸化錫、酸化インジウム、酸化亜鉛、酸化ジルコニウムおよび硫化亜鉛が含まれる。酸化チタン、酸化錫および酸化インジウムが特に好ましい。無機微粒子は、これらの金属の酸化物または硫化物を主成分とし、さらに他の元素を含むことができる。主成分とは、粒子を構成する成分の中で最も含有量（重量%）が多い成分を意味する。他の元素の例には、Ti、Zr、Sn、Sb、Cu、Fe、Mn、Pb、Cd、As、Cr、Hg、Zn、Al、Mg、Si、PおよびSが含まれる。

【0022】無機微粒子を表面処理してもよい。表面処理は、無機化合物または有機化合物を用いて実施する。表面処理に用いる無機化合物の例には、アルミナ、シリカ、酸化ジルコニウムおよび酸化鉄が含まれる。アルミナおよびシリカが好ましい。表面処理に用いる有機化合物の例には、ポリオール、アルカノールアミン、ステアリン酸、シランカップリング剤およびチタネートカップリング剤が含まれる。シランカップリング剤が最も好ましい。二種類以上の表面処理を組み合わせてもよい。以上を組み合わせても処理されていても構わない。高屈折率層の無機微粒子の形状は、米粒状、球形状、立方体状、紡錘形状あるいは不定形状であることが好ましい。二種類以上の無機微粒子を高屈折率層内で併用してもよい。高屈折率層中の無機微粒子の割合は、5乃至65体積%である。無機微粒子の割合は、10乃至60体積%であることが好ましく、20乃至55体積%である

ことがさらに好ましい。無機微粒子は、分散物の状態で高屈折率層の形成に使用する。高屈折率層の無機微粒子の分散媒体は、沸点が60乃至170℃の液体を用いることが好ましい。分散媒体の例には、水、アルコール

(例、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ブタノール、ベンジルアルコール)、ケトン(例、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノン)、エステル(例、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸プロピル、酢酸ブチル、蟻酸メチル、蟻酸エチル、蟻酸プロピル、蟻酸ブチル)、脂肪族炭化水素

(例、ヘキサン、シクロヘキサン)、ハロゲン化炭化水素(例、メチレンクロライド、クロロホルム、四塩化炭素)、芳香族炭化水素(例、ベンゼン、トルエン、キシレン)、アミド(例、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、*n*-メチルピロリドン)、エーテル

(例、ジエチルエーテル、ジオキサン、テトラヒドロフラン)、エーテルアルコール(例、1-メトキシ-2-プロパノール)が含まれる。トルエン、キシレン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノンおよびブタノールが特に好ましい。無機微粒子は、分散機を用いて媒体中に分散できる。分散機の例には、サンドグラインダーミル(例、ピン付きビーズミル)、高速インペラーミル、ペップルミル、ローラーミル、アトライターおよびコロイドミルが含まれる。サンドグラインダーミルおよび高速インペラーミルが特に好ましい。また、予備分散処理を実施してもよい。予備分散処理に用いる分散機の例には、ボールミル、三本ローラーミル、ニーダーおよびエクストルーダーが含まれる。

【0023】(高屈折率層のバインダー) 高屈折率層は、架橋しているアニオン性基を有するポリマーをバインダーとして用いる。架橋しているアニオン性基を有するポリマーは、アニオン性基を有するポリマーの主鎖が架橋している構造を有する。アニオン性基は、無機微粒子の分散状態を維持する機能を有する。架橋構造は、ポリマーに皮膜形成能を付与して、高屈折率層を強化する機能を有する。ポリマーの主鎖の例には、ポリオレフィン(飽和炭化水素)、ポリエーテル、ポリウレア、ポリウレタン、ポリエステル、ポリアミン、ポリアミドおよびメラミン樹脂が含まれる。ポリオレフィン主鎖、ポリエーテル主鎖およびポリウレア主鎖が好ましく、ポリオレフィン主鎖およびポリエーテル主鎖がさらに好ましく、ポリオレフィン主鎖が最も好ましい。ポリオレフィン主鎖は、飽和炭化水素からなる。ポリオレフィン主鎖は、例えば、不飽和重合性基の付加重合反応により得られる。ポリエーテル主鎖は、エーテル結合( $-O-$ )によって繰り返し単位が結合している。ポリエーテル主鎖は、例えば、エポキシ基の開環重合反応により得られる。ポリウレア主鎖は、ウレア結合( $-NH-CO-NH-$ )によって、繰り返し単位が結合している。ポリウレア主鎖は、例えば、イソシアネート基とアミノ基との

縮重合反応により得られる。ポリウレタン主鎖は、ウレタン結合( $-NH-CO-O-$ )によって、繰り返し単位が結合している。ポリウレタン主鎖は、例えば、イソシアネート基と、水酸基(*N*-メチロール基を含む)との縮重合反応により得られる。ポリエステル主鎖は、エステル結合( $-CO-O-$ )によって、繰り返し単位が結合している。ポリエステル主鎖は、例えば、カルボキシル基(酸ハライド基を含む)と水酸基(*N*-メチロール基を含む)との縮重合反応により得られる。ポリアミン主鎖は、イミノ結合( $-NH-$ )によって、繰り返し単位が結合している。ポリアミン主鎖は、例えば、エチレンイミン基の開環重合反応により得られる。ポリアミド主鎖は、アミド結合( $-NH-CO-$ )によって、繰り返し単位が結合している。ポリアミド主鎖は、例えば、イソシアネート基とカルボキシル基(酸ハライド基を含む)との反応により得られる。メラミン樹脂主鎖は、例えば、トリアジン基(例、メラミン)とアルデヒド(例、ホルムアルデヒド)との縮重合反応により得られる。なお、メラミン樹脂は、主鎖そのものが架橋構造を有する。

【0024】アニオン性基は、ポリマーの主鎖に直接結合させるか、あるいは連結基を介して主鎖に結合させる。アニオン性基は、連結基を介して側鎖として、主鎖に結合させることが好ましい。アニオン性基の例には、カルボン酸基(カルボキシル)、スルホン酸基(スルホ)およびリン酸基(ホスホノ)が含まれる。スルホン酸基およびリン酸基が好ましい。アニオン性基は、塩の状態であってもよい。アニオン性基と塩を形成するカチオンは、アルカリ金属イオンであることが好ましい。また、アニオン性基のプロトン化は、解離していてもよい。アニオン性基とポリマーの主鎖とを結合する連結基は、 $-CO-$ 、 $-O-$ 、アルキレン基、アリーレン基、およびこれらの組み合わせから選ばれる二価の基であることが好ましい。架橋構造は、二以上の主鎖を化学的に結合(好ましくは共有結合)する。架橋構造は、三以上の主鎖を共有結合することが好ましい。架橋構造は、 $-CO-$ 、 $-O-$ 、 $-S-$ 、窒素原子、リン原子、脂肪族残基、芳香族残基およびこれらの組み合わせから選ばれる二価以上の基からなることが好ましい。ポリマーは、アニオン性基を有する繰り返し単位と、架橋構造を有する繰り返し単位とを有するコポリマーであることが好ましい。コポリマー中のアニオン性基を有する繰り返し単位の割合は、2乃至96重量%であることが好ましく、4乃至94重量%であることがさらに好ましく、6乃至92重量%であることが最も好ましい。繰り返し単位は、二以上のアニオン性基を有していてもよい。コポリマー中の架橋構造を有する繰り返し単位の割合は、4乃至98重量%であることが好ましく、6乃至96重量%であることがさらに好ましく、8乃至94重量%であることが最も好ましい。

【0025】ポリマーの繰り返し単位は、アニオン性基と架橋構造の双方を有していてもよい。ポリマーには、その他の繰り返し単位（アニオン性基も架橋構造もない繰り返し単位）が含まれていてもよい。その他の繰り返し単位としては、アミノ基または四級アンモニウム基を有する繰り返し単位およびベンゼン環を有する繰り返し単位が好ましい。アミノ基または四級アンモニウム基は、アニオン性基と同様に、無機微粒子の分散状態を維持する機能を有する。ベンゼン環は、高屈折率層の屈折率を高くする機能を有する。なお、アミノ基、四級アンモニウム基およびベンゼン環は、アニオン性基を有する繰り返し単位あるいは架橋構造を有する繰り返し単位に含まれていても、同様の効果が得られる。アミノ基または四級アンモニウム基を有する繰り返し単位では、アミノ基または四級アンモニウム基は、ポリマーの主鎖に直接結合させるか、あるいは連結基を介して主鎖に結合させる。アミノ基または四級アンモニウム基は、連結基を介して側鎖として、主鎖に結合させることが好ましい。アミノ基または四級アンモニウム基は、二級アミノ基、三級アミノ基または四級アンモニウム基であることが好ましく、三級アミノ基または四級アンモニウム基であることがさらに好ましい。二級アミノ基、三級アミノ基または四級アンモニウム基の窒素原子に結合する基は、アルキル基であることが好ましく、炭素原子数が1乃至12のアルキル基であることが好ましく、炭素原子数が1乃至6のアルキル基であることがさらに好ましい。四級アンモニウム基の対イオンは、ハライドイオンであることが好ましい。アミノ基または四級アンモニウム基とポリマーの主鎖とを結合する連結基は、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{NH}-$ 、 $-\text{O}-$ 、アルキレン基、アリーレン基、およびこれらの組み合わせから選ばれる二価の基であることが好ましい。ポリマーが、アミノ基または四級アンモニウム基を有する繰り返し単位を含む場合、その割合は、0.06乃至32重量%であることが好ましく、0.08乃至30重量%であることがさらに好ましく、0.1乃至28重量%であることが最も好ましい。

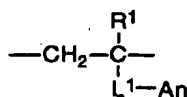
【0026】ベンゼン環を有する繰り返し単位では、ベンゼン環は、ポリマーの主鎖に直接結合させるか、あるいは連結基を介して主鎖に結合させる。ベンゼン環は、連結基を介して側鎖として、主鎖に結合させることが好ましい。ベンゼン環は、置換基（例、アルキル基、ヒドロキシ、ハロゲン原子）を有していてもよい。ベンゼン環とポリマーの主鎖とを結合する連結基は、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、アルキレン基、アリーレン基、およびこれらの組み合わせから選ばれる二価の基であることが好ましい。ポリマーが、ベンゼン環を有する繰り返し単位を含む場合、その割合は、2乃至98重量%であることが好ましく、4乃至96重量%であることがさらに好ましく、6乃至94重量%であることが最も好ましい。最も好ましいポリオレフィン主鎖を有するポリマーについ

て、アニオン性基を有する繰り返し単位 (VI)、架橋構造を有する繰り返し単位 (VII)、アニオン性基と架橋構造の両方を有する繰り返し単位 (VIII)、アミノ基または四級アンモニウム基を有する繰り返し単位 (IX) およびベンゼン環を有する繰り返し単位 (X) の例を、それぞれ以下の各式で示す。

【0027】

【化1】

(VI)



【0028】式中、 $\text{R}'$  は水素原子またはメチルであり、 $\text{L}'$  は二価の連結基であり、そして、 $\text{An}$  はカルボン酸基、スルホン酸基またはリン酸基である。式 (VI) において、 $\text{L}'$  は、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、アルキレン基、アリーレン基およびこれらの組み合わせから選ばれる二価の連結基であることが好ましい。アルキレン基の炭素原子数は、1乃至20であることが好ましく、1乃至15であることがさらに好ましく、1乃至10であることが最も好ましい。アルキレン基は環状構造を有していてもよい。アリーレン基の炭素原子数は、6乃至20であることが好ましく、6乃至15であることがさらに好ましく、6乃至10であることが最も好ましい。アルキレン基およびアリーレン基は、置換基（例、アルキル基、ヒドロキシ、ハロゲン原子）を有していてもよい。 $\text{L}'$  の例を以下に示す。左側が主鎖に結合し、右側が  $\text{An}$  に結合する。 $\text{AL}$  はアルキレン基、 $\text{AR}$  はアリーレン基を意味する。

【0029】 $\text{L}'$  :  $-\text{CO}-\text{O}-\text{AL}-$  ( $\text{O}-\text{CO}-\text{AL}$ ) $_n$  (m1 は、正の整数)

$\text{L}'$  :  $-\text{CO}-\text{O}-$  ( $\text{AL}-\text{O}$ ) $_n$  -  $\text{AR}-\text{AL}-\text{AR}-$  ( $\text{O}-\text{AL}$ ) $_n$  (m2 および m3 は、それぞれ正の整数)

$\text{L}'$  :  $-\text{CO}-\text{O}-\text{AL}-$

$\text{L}'$  :  $-\text{CO}-\text{O}-\text{AL}-\text{O}-\text{CO}-$

$\text{L}'$  :  $-\text{CO}-\text{O}-\text{AL}-\text{O}-\text{CO}-\text{AR}-$

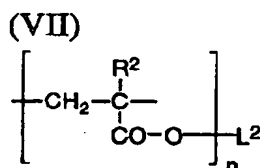
$\text{L}'$  :  $-\text{CO}-\text{O}-\text{AL}-\text{O}-\text{CO}-\text{AL}-$

【0030】式 (VI) の  $\text{An}$  のカルボン酸基、スルホン酸基およびリン酸基は、前述した定義を有する。式 (VI) で表わされる繰り返し単位は、対応するエチレン性不飽和モノマーの付加重合反応により得られる。対応するエチレン性不飽和モノマーの例には、ビス（ポリオキシエチレン多環フェニルエーテル）メタクリレート硫酸エステル塩、2-スルホエチルメタクリレート、フタル酸モノヒドロキシエチルアクリレート、アクリル酸ダイマー、2-アクリロイルオキシエチルヒドロジェンフタレート、2-アクリロイルオキシプロピルヒドロジェンフタレート、2-アクリロイルオキシプロピルヘキ

サヒドロハイドロジェンフタレート、2-アクリロイルオキシプロピルテトラヒドロハイドロジェンフタレート、β-アクリロイルオキシエチルハイドロジェンサクシネート、β-メタクリロイルオキシエチルハイドロジェンフタレート、β-メタクリロイルオキシエチルハイドロジェンサクシネート、モノ(2-アクリロイルオキシエチル)アシッドホスフェートおよびモノ(2-メタクリロイルオキシエチル)アシッドホスフェートが含まれる。これらのアニオン性基を有するエチレン性不飽和モノマーは、市販品を利用することもできる。

【0031】

【化2】



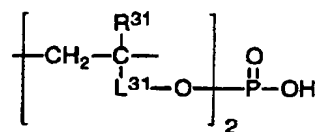
【0032】式中、R<sup>1</sup> は水素原子またはメチルであり、nは2以上の整数であり、そして、L<sup>2</sup> はn価の炭化水素残基である。式(VII)において、nは2乃至20であることが好ましく、2乃至10であることがさらに好ましく、3乃至6であることが最も好ましい。式(VI)において、L<sup>1</sup> は脂肪族残基であることが好ましく、飽和脂肪族残基であることがさらに好ましい。脂肪族残基中にエーテル結合(-O-)が含まれていてもよい。脂肪族残基は、分岐を有していてもよい。L<sup>1</sup> の炭素原子数は、1乃至20であることが好ましく、2乃至15であることがさらに好ましく、3乃至10であることが最も好ましい。式(VII)で表わされる繰り返し単位は、対応するエチレン性不飽和モノマーの付加重合反応により得られる。さらに、対応するエチレン性不飽和モノマーは、L<sup>1</sup> (-OH)。に相当する多価アルコールまたは多価フェノール(好ましくは多価アルコール)とアクリル酸またはメタクリル酸とのエステルである。対応するモノマーの例には、ネオペンチルグリコールアクリレート、1, 6-ヘキサジオールアクリレート、プロピレングリコールジアクリレートなどのアルキレングリコール、トリエチレングリコールジアクリレート、ジプロピレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、ペンタエリスリトールジアクリレート、ビス{4-(アクリロキシ・ジエトキシ)フェニル}プロパン、ビス{4-(アクリロキシ・ポリプロポキシ)フェニル}プロパン、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレート、トリメチロールエタントリ(メタ)アクリレート、1, 2, 4-シクロヘキサントトラメタクリレート、ペンタグリセロールトリアクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)アクリレート、ペンタエ

リスリトールトリ(メタ)アクリレート、(ジ)ペンタエリスリトールトリアクリレート、(ジ)ペンタエリスリトールペンタアクリレート、(ジ)ペンタエリスリトールヘキサ(メタ)アクリレート、トリペンタエリスリトールトリアクリレートおよびトリペンタエリスリトールヘキサトリアクリレートが含まれる。これらの多価アルコールとアクリル酸またはメタクリル酸とのエステルも、市販品を利用することができる。

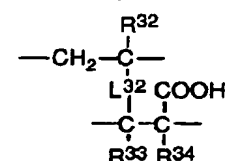
10 【0033】

【化3】

(VIII-a)



(VIII-b)

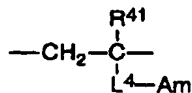


【0034】式中、R<sup>11</sup>、R<sup>12</sup>、R<sup>13</sup>およびR<sup>14</sup>は、それぞれ、水素原子またはメチルであり、そして、L<sup>11</sup>およびL<sup>12</sup>は、それぞれ、二価の連結基である。式(VIII-a)および(VIII-b)において、L<sup>11</sup>およびL<sup>12</sup>は、それぞれ、-CO-、-O-、アルキレン基、アリーレン基およびこれらの組み合わせから選ばれる二価の連結基であることが好ましい。アルキレン基の炭素原子数は、1乃至20であることが好ましく、1乃至15であることがさらに好ましく、1乃至10であることが最も好ましい。アルキレン基は環状構造を有していてもよい。アリーレン基の炭素原子数は、6乃至20であることが好ましく、6乃至15であることがさらに好ましく、6乃至10であることが最も好ましい。アルキレン基およびアリーレン基は、置換基(例、アルキル基、ヒドロキシ、ハロゲン原子)を有していてもよい。L<sup>11</sup>およびL<sup>12</sup>の例は、前述したL<sup>1</sup>の例(L<sup>11</sup>~L<sup>14</sup>)と同様である。式(VIII-a)および(VIII-b)で表わされる繰り返し単位も、対応するエチレン性不飽和モノマーの付加重合反応により得られる。式(VIII-a)に対応するエチレン性不飽和モノマーの例には、2-ヒドロキシエチルメタクリレートの6-ヘキサノリド付加重合体と無水リン酸との反応生成物、ビス(メタクリルオキシエチル)フォスフェート、2-アクリロイルオキシエチルアシッドホスフェートおよび2-メタクリロイルオキシエチルアシッドホスフェートが含まれる。式(VIII-b)に対応するエチレン性不飽和モノマーの例には、β-アクリロイルオキシエチルハイドロジェンフタレートおよびβ-アクリロイルオキシエチルハイドロジェンマレエートが含まれる。エチレン性不飽和モノマーも、市販品を利用することもできる。

【0035】

【化4】

13  
(IX-a)



【0036】式中、 $\text{R}^{41}$ 、 $\text{R}^{42}$ および $\text{R}^{43}$ は、それぞれ、水素原子またはメチルであり、 $\text{L}^4$ 、 $\text{L}^{4a}$ および $\text{L}^{4b}$ は、それぞれ、二価の連結基であり、そして、 $\text{Am}$ は、アミノ基または四級アンモニウム基である。式 (IX-a) および (IX-b) において、 $\text{L}^4$ 、 $\text{L}^{4a}$ および $\text{L}^{4b}$ は、それぞれ、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{NH}-$ 、 $-\text{O}-$ 、アルキレン基、アリーレン基およびこれらの組み合わせから選ばれる二価の連結基であることが好ましい。アルキレン基の炭素原子数は、1乃至20であることが好ましく、1乃至15であることがさらに好ましく、1乃至10であることが最も好ましい。アルキレン基は環状構造を有していてもよい。アリーレン基の炭素原子数は、6乃至20であることが好ましく、6乃至15であることがさらに好ましく、6乃至10であることが最も好ましい。アルキレン基およびアリーレン基は、置換基（例、アルキル基、ヒドロキシ、ハロゲン原子）を有していてもよい。 $\text{L}^4$ 、 $\text{L}^{4a}$ および $\text{L}^{4b}$ の例を以下に示す。左側が主鎖に結合し、右側が $\text{Am}$ に結合する。 $\text{AL}$ はアルキレン基を意味する。

【0037】 $\text{L}^{41}$ ： $-\text{CO}-\text{O}-\text{AL}-$

$\text{L}^{42}$ ： $-\text{CO}-\text{NH}-\text{AL}-$

$\text{L}^{43}$ ： $-\text{AL}-$

【0038】式 (IX-a) および (IX-b) の $\text{Am}$ のアミノ基および四級アンモニウム基は、前述した定義を有する。式 (IX-a) および (IX-b) で表わされる繰り返し単位は、対応するエチレン性不飽和モノマーの付加重合反応により得られる。式 (IX-a) に対応するエチレン性不飽和モノマーの例には、ジメチルアミノエチルアクリレート、ジメチルアミノプロピルアクリルアミド、メタクリル酸ヒドロキシプロピルトリメチルアンモニウムクロライド、メタクリル酸エチルトリメチルアン

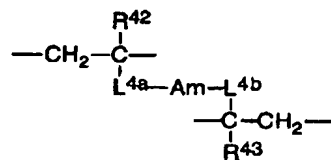
$\text{L}^{40}$ ：単結合

$\text{L}^{41}$ ： $-\text{CO}-\text{O}- (\text{AL}-\text{O})_{m4}-$

$\text{L}^{42}$ ： $-\text{CO}-\text{O}-\text{AL}-$

【0042】式 (X) で表わされる繰り返し単位は、対応するエチレン性不飽和モノマーの付加重合反応により得られる。対応するエチレン性不飽和モノマーの例には、フェノキシエチルアクリレート、フェノキシポリエチレングリコールアクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピルアクリレート、2-アクリロイルオキシエチル-2-ヒドロキシエチルフタル酸および2-アクリロイルオキシエチルフタル酸が含まれる。ベンゼン環を有するエチレン性不飽和モノマーも、市販品を利用することができる。エポキシ基から誘導されるポリエ

(IX-b)

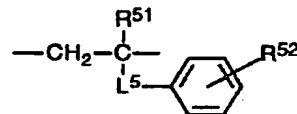


モニウムクロライド、ジメチルアミノプロピルメタクリルアミドおよびメタクリルアミドプロピルトリメチルアンモニウムクロライドが含まれる。式 (IX-b) に対応するエチレン性不飽和モノマーの例には、ジアリルジメチルアンモニウムクロライドが含まれる。アミノ基または四級アンモニウム基エチレン性不飽和モノマーも、市販品を利用することもできる。

【0039】

【化5】

(X)



【0040】式中、 $\text{R}^{51}$ は水素原子またはメチルであり、 $\text{R}^{52}$ は水素原子、カルボキシル、炭素原子数が1乃至6のアルキル基またはハロゲン原子であり、そして、 $\text{L}^5$ は単結合または二価の連結基である。式 (X) の $\text{R}^{52}$ がカルボキシルの場合、 $\text{R}^{52}$ はベンゼン環のオルト位に結合することが好ましい。式 (X) において、 $\text{L}^5$ は、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{O}-$ 、アルキレン基の組み合わせから選ばれる二価の連結基であることが好ましい。アルキレン基の炭素原子数は、1乃至20であることが好ましく、1乃至15であることがさらに好ましく、1乃至10であることが最も好ましい。アルキレン基は環状構造を有していてもよい。アルキレン基は、置換基（例、アルキル基、ヒドロキシ、ハロゲン原子）を有していてもよい。 $\text{L}^5$ の例を以下に示す。左側が主鎖に結合し、右側がベンゼン環に結合する。 $\text{AL}$ はアルキレン基を意味する。

【0041】

( $m4$ は正の整数)

ーテル主鎖を有するポリマーの場合は、以上の各式の繰り返し単位のエチレン基 ( $-\text{CH}_2-$ ) の左側に酸素原子 ( $-\text{O}-$ ) を結合させた構造の繰り返し単位を用いればよい。架橋しているアニオン性基を有するポリマーは、高屈折率層の塗布液（前述した無機微粒子の分散液）にモノマーとして添加し、層の塗布と同時に塗布後に、重合反応によって形成することが好ましい。アニオン性基を有するモノマーは、塗布液中で無機微粒子の分散剤として機能する。アニオン性基を有するモノマーの無機微粒子に対する使用量は、1乃至50重量%の



範囲であることが好ましく、5乃至40重量%の範囲であることが好ましく、10乃至30重量%であることが最も好ましい。また、アミノ基または四級アンモニウム基を有するモノマーは、塗布液中で分散助剤として機能する。アミノ基または四級アンモニウム基を有するモノマーのアニオン性基を有するモノマーに対する使用量は、3乃至33重量%であることが好ましい。層の塗布と同時に塗布後に、重合反応によってポリマーを形成すれば、層の塗布前にこれらのモノマーを有効に機能させることができる。

【0043】ポリマーの重合反応は、光重合反応または熱重合反応を用いることができる。光重合反応が好ましい。重合反応のため、重合開始剤を使用することが好ましい。重合開始剤には、アセトフェノン類、ベンゾイン類、ベンゾフェノン類、ホスフィンオキシド類、ケタール類、アントラキノン類、チオキサントン類、アゾ化合物、過酸化化合物類、2,3-ジアルキルジオン化合物類、ジスルフィド化合物類、フルオロアミン化合物類や芳香族スルホニウム類がある。アセトフェノン類の例には、2,2-ジエトキシアセトフェノン、p-ジメチルアセトフェノン、1-ヒドロキシジメチルフェニルケトン、1-ヒドロキシクロヘキシルフェニルケトン、2-メチル-4-メチルチオ-2-モルフォリノプロピオフェノンおよび2-ベンジル-2-ジメチルアミノ-1-(4-モルフォリノフェニル)-ブタノンが含まれる。ベンゾイン類には、ベンゾインメチルエーテル、ベンゾインエチルエーテルおよびベンゾインイソプロピルエーテルが含まれる。ベンゾフェノン類には、ベンゾフェノン、2,4-ジクロロベンゾフェノン、4,4-ジクロロベンゾフェノンおよびp-クロロベンゾフェノンが含まれる。ホスフィンオキシド類には、2,4,6-トリメチルベンゾイルジフェニルフォスフィンオキシドが含まれる。

【0044】市販の重合開始剤を使用してもよい。重合開始剤に加えて、重合促進剤を使用してもよい。重合開始剤と重合促進剤の添加量は、モノマーの全量の0.2乃至10重量%の範囲であることが好ましい。光重合反応によりポリマーを形成する場合、光源として低圧水銀ランプ、高圧水銀ランプ、超高圧水銀ランプ、ケミカルランプあるいはメタルハライドランプを用いることができる。照射効率が良好な高圧水銀ランプの使用が、最も好ましい。塗布液（モノマーを含む無機微粒子の分散液）を加熱して、モノマー（またはオリゴマー）の重合を促進してもよい。また、塗布後の光重合反応の後に加熱して、形成されたポリマーの熱硬化反応を追加処理してもよい。アニオン性基を有するポリマーは、架橋しているため分子量の規定は困難である。高屈折率層中の架橋しているアニオン性基を有するポリマーの割合は、35乃至95体積%である。架橋しているアニオン性基を有するポリマーの割合は、40乃至90体積%であるこ

とが好ましく、45乃至80体積%であることがさらに好ましい。高屈折率層またはその塗布液には、前述した成分（無機微粒子、ポリマー、分散媒体、重合開始剤、重合促進剤）以外に、重合禁止剤、レベリング剤、増粘剤、着色防止剤、紫外線吸収剤、シランカップリング剤、帯電防止剤や接着付与剤を添加してもよい。レベリング剤の例には、フッ素化アルキルエステル（例えば、住友3M（株）のFC-430、FC-431）およびポリシロキサン（例えば、General Electric（株）のSF1023、SF1054、SF1079、Dow Corning（株）のDC190、DC200、DC510、DC1248、BYK Chemie（株）のBYK300、BYK310、BYK320、BYK322、BYK330、BYK370）が含まれる。

【0045】（低屈折率層）図3は、好ましい低屈折率層の断面模式図である。図3の低屈折率層の上側が反射防止膜の表面であり、下側に画像表示装置またはレンズがある。図3に示すように、低屈折率層（1）は多孔質層であることが好ましい。多孔質低屈折率層（1）内では、平均粒径が0.5乃至200nmの無機微粒子（11）が少なくとも2個以上（図1では3個）積み重なっている。そして、無機微粒子（11）の間に、マイクロボイド（12）が形成されている。低屈折率層（1）は、さらにポリマー（13）を5乃至50重量%の量で含む。ポリマー（13）は、無機微粒子（11）を接着しているが、マイクロボイド（12）を充填していない。図1に示すように、マイクロボイド（12）は、ポリマー（13）と無機微粒子（11）により閉じている（開口ではない）ことが好ましい。低屈折率層の屈折率は、1.20乃至1.55である。屈折率は、1.30乃至1.55であることが好ましく、1.30乃至1.50であることがさらに好ましく、1.35乃至1.45であることが最も好ましい。低屈折率層の厚さは、50乃至400nmであることが好ましく、50乃至200nmであることがさらに好ましい。低屈折率層のヘイズは、3%以下であることが好ましく、2%以下であることがさらに好ましく、1%以下であることが最も好ましい。本発明に従い改良された低屈折率層は、強度が優れている。具体的な低屈折率層の強度は、1kg荷重の鉛筆硬度でH以上であることが好ましく、2H以上であることがさらに好ましく、3H以上であることが最も好ましい。

【0046】（低屈折率層の無機微粒子）低屈折率層の無機微粒子の平均粒径は、0.5乃至200nmであることが好ましい。粒子径が増大すると前方散乱が増加し、200nmを越えると散乱光に色付きが生じる。平均粒径は、1乃至100nmであることがより好ましく、3乃至70nmであることがさらに好ましく、5乃至40nmの範囲であることが最も好ましい。無機微粒子の粒径は、なるべく均一（単分散）であることが好ま

しい。低屈折率層の無機微粒子は、金属の酸化物、窒化物、硫化物またはハロゲン化物からなることが好ましく、金属酸化物または金属ハロゲン化物からなることがさらに好ましく、金属酸化物または金属フッ化物からなることが最も好ましい。金属原子としては、Na、K、Mg、Ca、Ba、Al、Zn、Fe、Cu、Ti、Sn、In、W、Y、Sb、Mn、Ga、V、Nb、Ta、Ag、Si、B、Bi、Mo、Ce、Cd、Be、PbおよびNiが好ましく、Mg、Ca、BおよびSiがさらに好ましい。二種類の金属を含む無機化合物を用いてもよい。特に好ましい無機化合物は、アルカリ金属フッ化物（例、NaF、KF）、アルカリ土類金属フッ化物（例、CaF<sub>2</sub>、MgF<sub>2</sub>）および二酸化ケイ素（SiO<sub>2</sub>）である。

【0047】低屈折率層の無機微粒子は、非晶質であることが好ましい。無機微粒子は、ゾル-ゲル法（特開昭53-112732号、特公昭57-9051号の各公報記載）または析出法（APPLIED OPTICS、27、3356頁

（1988）記載）により、分散物として直接合成することができる。また、乾燥・沈澱法で得られた粉体を、機械的に粉碎して分散物を得ることもできる。市販の無機微粒子（例えば、二酸化ケイ素ゾル）を用いてもよい。無機微粒子は、低屈折率層の形成のため、適当な媒体に分散した状態で使用することが好ましい。分散媒としては、水、アルコール（例、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール）およびケトン（例、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン）が好ましい。無機微粒子の量は、低屈折率層全量の50乃至95重量%である。無機微粒子の量は、50乃至90重量%であることが好ましく、60乃至90重量%であることがさらに好ましく、70乃至90重量%であることが最も好ましい。

【0048】（低屈折率層のマイクロボイド）低屈折率層では、無機微粒子を少なくとも2個以上積み重ねることにより微粒子間にマイクロボイドが形成することが好ましい。低屈折率層の空隙率は、3乃至50体積%であることが好ましく、5乃至35体積%であることがさらに好ましい。なお、粒径が等しい（完全な単分散の）球状微粒子を最密充填すると、微粒子間に26体積%の空隙率のボイドが形成される。粒径が等しい球状微粒子を単純立方充填すると、微粒子間に48体積%の空隙率のボイドが形成される。実際の低屈折率層では、微粒子の粒径にある程度の分布が存在するため、空隙率は上記よりも低めの値となる。空隙率（マイクロボイドの大きさ）を増加させると、低屈折率層の屈折率が低下する。本発明では、無機微粒子を積み重ねてマイクロボイドを形成するため、無機微粒子の粒径を調整することで、マイクロボイドの大きさも適度の（光を散乱せず、低屈折率層の強度に問題が生じない）値に容易に調節できる。さらに、無機微粒子の粒径を均一にすることで、マイクロボイドの大き

さも均一である光学的に均一な低屈折率層を得ることができる。これにより、低屈折率層は微視的にはマイクロボイド含有多孔質膜であるが、光学的あるいは巨視的には均一な膜にすることができる。マイクロボイドを形成することにより、低屈折率層の巨視的屈折率は、低屈折率層を構成する微粒子とポリマーとの総屈折率和よりも低い値になる。層の屈折率は、層の構成要素の体積当りの屈折率の和になる。微粒子とポリマーの屈折率は1よりも大きな値であるのに対して、空気屈折率は1.00である。そのため、マイクロボイドを形成することによって、屈折率が非常に低い低屈折率層を得ることができる。マイクロボイドは、無機微粒子およびポリマーによって低屈折率層内で閉じていることが好ましい。閉じている空隙は、低屈折率層表面に開かれた開口と比較して、低屈折率層表面での光の散乱が少ないとの利点がある。

【0049】（低屈折率層のポリマー）低屈折率層は、5乃至50重量%の量のポリマーを含むことが好ましい。ポリマーは、無機微粒子を接着し、マイクロボイドを含む低屈折率層の構造を維持する機能を有する。ポリマーの使用量は、マイクロボイドを充填することなく低屈折率層の強度を維持できるように調整する。ポリマーの量は、低屈折率層の全量の10乃至30重量%であることが好ましい。ポリマーで無機微粒子を接着するためには、（1）無機微粒子の表面処理剤にポリマーを結合させるか、（2）無機微粒子をコアとして、その周囲にポリマーシェルを形成するか、あるいは（3）無機微粒子間のバインダーとして、ポリマーを使用することが好ましい。（1）の表面処理剤に結合させるポリマーは、（2）のシェルポリマーまたは（3）のバインダーポリマーであることが好ましい。（2）のポリマーは、低屈折率層の塗布液の調製前に、無機微粒子の周囲に重合反応により形成することが好ましい。（3）のポリマーは、低屈折率層の塗布液にモノマーを添加し、低屈折率層の塗布と同時に塗布後に、重合反応により形成することが好ましい。（1）～（3）を二種類または三種類組み合わせ、実施することが好ましく、（1）と（3）の二種類の組み合わせ、または（1）～（3）の三種類の組み合わせで実施することが特に好ましい。

（1）表面処理、（2）シェルおよび（3）バインダーについて、順次説明する。

【0050】（1）表面処理

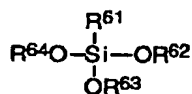
無機微粒子には、表面処理を実施して、ポリマーとの親和性を改善することが好ましい。表面処理は、プラズマ放電処理やコロナ放電処理のような物理的表面処理と、カップリング剤を使用する化学的表面処理に分類できる。化学的表面処理のみ、または物理的表面処理と化学的表面処理の組み合わせで実施することが好ましい。カップリング剤としては、オルガノアルコキシメタル化合物（例、チタンカップリング剤、シランカップリング剤）が好ましく用いられる。無機微粒子が二酸化ケイ素

からなる場合は、シランカップリング剤による表面処理が特に有効に実施できる。好ましいシランカップリング剤を、下記式 (XI-a) および (XI-b) で示す。

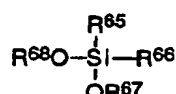
【0051】

【化6】

(XI-a)

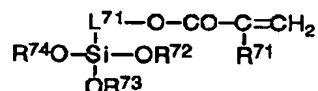


(XI-b)



【0052】式中、 $\text{R}^{61}$ 、 $\text{R}^{62}$  および  $\text{R}^{63}$  は、それぞれ独立に、炭素原子数が1乃至10のアルキル基、炭素原子数が6乃至10のアリール基、炭素原子数が2乃至10のアルケニル基、炭素原子数が2乃至10のアルキニル基または炭素原子数が7乃至10のアラルキル基であり、 $\text{R}^{64}$ 、 $\text{R}^{65}$ 、 $\text{R}^{66}$  および  $\text{R}^{67}$  は、それぞれ独立に、炭素原子数が1乃至6のアルキル基または炭素原子数が2乃至6のアシル基である。式 (XI-a) および式 (XI-b) において、 $\text{R}^{61}$ 、 $\text{R}^{62}$  および  $\text{R}^{63}$  は、アルキル基、アリール基、アルケニル基またはアラルキル基であることが好ましく、アルキル基、アリール基または

(XII-a)



【0054】式中、 $\text{R}^{71}$  および  $\text{R}^{72}$  は、それぞれ独立に、水素原子またはメチルであり、 $\text{R}^{73}$  は、炭素原子数が1乃至10のアルキル基、炭素原子数が6乃至10のアリール基、炭素原子数が2乃至10のアルケニル基、炭素原子数が2乃至10のアルキニル基または炭素原子数が7乃至10のアラルキル基であり、 $\text{R}^{74}$ 、 $\text{R}^{75}$ 、 $\text{R}^{76}$  および  $\text{R}^{77}$  は、それぞれ独立に、炭素原子数が1乃至6のアルキル基または炭素原子数が2乃至6のアシル基であり、 $\text{L}^{71}$  および  $\text{L}^{72}$  は、それぞれ独立に二価の連結基である。式 (XII-b) において、 $\text{R}^{74}$  は、式 (XI-a) および式 (XI-b) の  $\text{R}^{61}$ 、 $\text{R}^{62}$  および  $\text{R}^{63}$  と同様の定義を有する。式 (XII-a) 式 (XII-b) において、 $\text{R}^{75}$ 、 $\text{R}^{76}$ 、 $\text{R}^{77}$  および  $\text{R}^{78}$  は、式 (XI-a) および式 (XI-b) の  $\text{R}^{61}$ 、 $\text{R}^{62}$ 、 $\text{R}^{63}$ 、 $\text{R}^{64}$  および  $\text{R}^{65}$  と同様の定義を有する。式 (XII-a) 式 (XII-b) において、 $\text{L}^{71}$  および  $\text{L}^{72}$  は、アルキレン基であることが好ましく、炭素原子数が1乃至10のアルキレン基であることがさらに好ましく、炭素原子数が1乃至6のアルキレン基であることが最も好ましい。式 (XI-a) で示されるシランカップリング剤の例には、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、メチルトリメトキシエトキシシラン、メチルトリアセトキシシラン、メチルトリブトキシシラン、エチルトリメトキシシラン、エチルトリエトキシシラン、ビニルトリメト

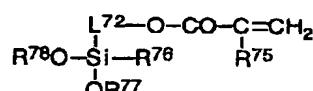
アルケニル基であることがさらに好ましく、アルキル基またはアルケニル基であることが最も好ましい。アルキル基、アリール基、アルケニル基、アルキニル基およびアラルキル基は、置換基を有していてもよい。置換基の例には、グリシジル基、グリシジロキシ基、アルコキシ基、ハロゲン原子、アシルオキシ基 (例、アクリロイルオキシ、メタクリロイルオキシ)、メルカプト、アミノ、カルボキシル、シアノ、イソシアナトおよびアルケニルスルホニル基 (例、ビニルスルホニル) が含まれる。

10 式 (XI-a) および式 (XI-b) において、 $\text{R}^{61}$ 、 $\text{R}^{62}$ 、 $\text{R}^{63}$ 、 $\text{R}^{64}$ 、 $\text{R}^{65}$  および  $\text{R}^{66}$  は、アルキル基であることが好ましい。アルキル基は、置換基を有していてもよい。置換基の例には、アルコキシ基が含まれる。シランカップリング剤は、分子内に二重結合を有し、その二重結合の反応によりポリマーと結合させることが好ましい。二重結合は、式 (XI-a) と式 (XI-b) の  $\text{R}^{61}$ 、 $\text{R}^{62}$  または  $\text{R}^{63}$  の置換基中に存在していることが好ましい。特に好ましいシランカップリング剤を、下記式 (XII-a) および (XII-b) で示す。

20 【0053】

【化7】

(XII-b)



キシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン、ビニルトリメトキシエトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、フェニルトリエトキシシラン、フェニルトリアセトキシシラン、 $\gamma$ -クロロプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -クロロプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -クロロプロピルトリアセトキシシラン、3, 3, 3-トリフルオロプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -グリシジロキシプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -グリシジロキシプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -( $\beta$ -グリシジロキシエトキシ)プロピルトリメトキシシラン、 $\beta$ -(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン、 $\beta$ -(3, 4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -アクリロイルオキシプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -アミノプロピルトリエトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルトリメトキシシラン、 $\gamma$ -メルカプトプロピルトリエトキシシラン、N- $\beta$ -(アミノエチル)- $\gamma$ -アミノプロピルトリメトキシシランおよび $\beta$ -シアノエチルトリエトキシシランが含まれる。

【0055】分子内に二重結合を有するビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、ビニルトリアセトキシシラン、ビニルトリメトキシエトキシシラン、

γ-アクリロイルオキシプロピルトリメトキシシランおよびγ-メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシランが好ましく、式(XI-a)で示されるγ-アクリロイルオキシプロピルトリメトキシシランおよびγ-メタクリロイルオキシプロピルトリメトキシシランが特に好ましい。式(XI-b)で示されるシランカップリング剤の例には、ジメチルジメトキシシラン、フェニルメチルジメトキシシラン、ジメチルジエトキシシラン、フェニルメチルジエトキシシラン、γ-グリシジルオキシプロピルメチルジエトキシシラン、γ-グリシジルオキシプロピルフェニルジエトキシシラン、γ-クロロプロピルメチルジエトキシシラン、ジメチルジアセトキシシラン、γ-アクリロイルオキシプロピルメチルジメトキシシラン、γ-メタクリロイルオキシプロピルメチルジメトキシシラン、γ-メタクリロイルオキシプロピルメチルジエトキシシラン、γ-メルカプトプロピルメチルジメトキシシラン、γ-メルカプトプロピルメチルジエトキシシラン、γ-アミノプロピルメチルジメトキシシラン、γ-アミノプロピルメチルジエトキシシラン、メチルビニルジメトキシシランおよびメチルビニルジエトキシシランが含まれる。分子内に二重結合を有するγ-アクリロイルオキシプロピルメチルジメトキシシラン、γ-アクリロイルオキシプロピルメチルジエトキシシラン、γ-メタクリロイルオキシプロピルメチルジメトキシシラン、γ-メタクリロイルオキシプロピルメチルジエトキシシランおよびγ-メタクリロイルオキシプロピルメチルジエトキシシランが特に好ましい。

【0056】二種類以上のカップリング剤を併用してもよい。式(XI-a)および式(XI-b)で示されるシランカップリング剤に加えて、他のシランカップリング剤を用いてもよい。他のシランカップリング剤には、オルトケイ酸のアルキルエステル(例、オルトケイ酸メチル、オルトケイ酸エチル、オルトケイ酸n-プロピル、オルトケイ酸i-プロピル、オルトケイ酸n-ブチル、オルトケイ酸sec-ブチル、オルトケイ酸t-ブチル)およびその加水分解物が含まれる。カップリング剤による表面処理は、無機微粒子の分散物に、カップリング剤を加え、室温から60℃までの温度で、数時間から10日間分散物を放置することにより実施できる。表面処理反応を促進するため、無機酸(例、硫酸、塩酸、硝酸、クロム酸、次亜塩素酸、ホウ酸、オルトケイ酸、リン酸、炭酸)、有機酸(例、酢酸、ポリアクリル酸、ベンゼンス

ルホン酸、フェノール、ポリグルタミン酸)、またはこれらの塩(例、金属塩、アンモニウム塩)を、分散物に添加してもよい。

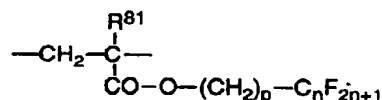
#### 【0057】(2) シェル

シェルを形成するポリマーは、飽和炭化水素を主鎖として有するポリマーであることが好ましい。フッ素原子を主鎖または側鎖に含むポリマーが好ましく、フッ素原子を側鎖に含むポリマーがさらに好ましい。ポリアクリル酸エステルまたはポリメタクリル酸エステルが好ましく、フッ素置換アルコールとポリアクリル酸またはポリメタクリル酸とのエステルが最も好ましい。シェルポリマーの屈折率は、ポリマー中のフッ素原子の含有量の増加に伴い低下する。低屈折率層の屈折率を低下させるため、シェルポリマーは35乃至80重量%のフッ素原子を含むことが好ましく、45乃至75重量%のフッ素原子を含むことがさらに好ましい。フッ素原子を含むポリマーは、フッ素原子を含むエチレン性不飽和モノマーの重合反応により合成することが好ましい。フッ素原子を含むエチレン性不飽和モノマーの例には、フルオロオレフィン(例、フルオロエチレン、ビニリデンフルオリド、テトラフルオロエチレン、ヘキサフルオロプロピレン、パーフルオロ-2, 2-ジメチル-1, 3-ジオキソール)、フッ素化ビニルエーテルおよびフッ素置換アルコールとアクリル酸またはメタクリル酸とのエステルが含まれる。フッ素原子を含むポリマーは、下記式(XII I)で示すフッ素を含む繰り返し単位を有することが特に好ましい。

【0058】

【化8】

(XIII)



【0059】式中、R<sup>81</sup>は、水素原子、フッ素原子またはメチルであり、pは0または正の整数であり、nは正の整数である。シェルを形成するポリマーは、フッ素原子を含む繰り返し単位とフッ素原子を含まない繰り返し単位からなるコポリマーであってもよい。フッ素原子を含まない繰り返し単位は、フッ素原子を含まないエチレン性不飽和モノマーの重合反応により得ることが好ましい。フッ素原子を含まないエチレン性不飽和モノマーの例には、オレフィン(例、エチレン、プロピレン、イソブレン、塩化ビニル、塩化ビニリデン)、アクリル酸エステル(例、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸2-エチルヘキシル)、メタクリル酸エステル(例、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸ブチル、エチレングリコールジメタクリレート)、スチレンおよびその誘導体(例、スチレン、ジビニルベンゼン、ビニルトルエン、α-メチルスチレ

ン)、ビニルエーテル(例、メチルビニルエーテル)、  
ビニルエステル(例、酢酸ビニル、プロピオン酸ビニ  
ル、桂皮酸ビニル)、アクリルアミド(例、N-tertブ  
チルアクリルアミド、N-シクロヘキシルアクリルアミ  
ド)、メタクリルアミドおよびアクリロニトリルが含ま  
れる。

【0060】後述する(3)のバインダーポリマーを併  
用する場合は、シェルポリマーに架橋性官能基を導入し  
て、シェルポリマーとバインダーポリマーとを架橋によ  
り化学的に結合させてもよい。シェルポリマーは、結晶  
性を有していてもよい。シェルポリマーのガラス転移温  
度(T<sub>g</sub>)が低屈折率層の形成時の温度よりも高いと、  
低屈折率層内のミクロボイドの維持が容易である。ただ  
し、T<sub>g</sub>が低屈折率層の形成時の温度よりも高いと、微  
粒子が融着せず、低屈折率層が連続層として形成され  
ない(その結果、強度が低下する)場合がある。その場合  
は、後述する(3)のバインダーポリマーを併用し、バ  
インダーポリマーにより低屈折率層を連続層として形成  
することが望ましい。無機微粒子の周囲にポリマーシェ  
ルを形成して、コアシェル微粒子が得られる。コアシェ  
ル微粒子中に無機微粒子からなるコアが5乃至90体積  
%含まれていることが好ましく、15乃至80体積%含  
まれていることがさらに好ましい。ポリマーシェルは、  
ラジカル重合法により形成することが好ましい。ラジカ  
ル重合法については、大津隆行・木下雅悦共著、高分子  
合成の実験法、化学同人(1972)および大津隆行、講座重  
合反応論1ラジカル重合(I)、化学同人(1971)に記載  
がある。ラジカル重合法は、具体的には、乳化重合法ま  
たは分散重合により実施することが好ましい。乳化重合  
については、室井宗一、高分子ラテックスの化学、高分  
子刊行会(1970)に記載がある。分散重合法については、  
Barrett, Keith E. J., Dispersion Polymerization in Or  
ganic Media, JOHN WILEY & SONS(1975)に記載があ  
る。

【0061】乳化重合法に使用する重合開始剤の例に  
は、無機過酸化物(例、過硫酸カリウム、過硫酸アンモ  
ニウム)、アゾニトリル化合物(例、アゾビスシアノ吉  
草酸ナトリウム)、アゾアミジン化合物(例、2, 2'  
-アゾビス(2-メチルプロピオンアミド)塩酸塩)、  
環状アゾアミジン化合物(例、2, 2'-アゾビス[2  
-(5-メチル-2-イミダゾリン-2-イル)プロパ  
ン塩酸塩)、アゾアミド化合物(例、2, 2'-アゾビ  
ス[2-メチル-N-[1, 1'-ビス(ヒドロキシメ  
チル)-2-ヒドロキシエチル]プロピオンアミド)が  
含まれる。無機過酸化物が好ましく、過硫酸カリウムお  
よび過硫酸アンモニウムが特に好ましい。分散重合法に  
使用する重合開始剤の例には、アゾ化合物(例、2,  
2'-アゾビスイソプロチロニトリル、2, 2'-アゾビ  
ス(2, 4-ジメチルバレロニトリル)、ジメチル-  
2, 2'-アゾビス(2-メチルプロピオネート)、ジ

メチル-2, 2'-アゾビスイソプロチレート)および有  
機過酸化物(例、ラウリルパーオキシド、ベンゾイルパ  
ーオキシド、tert-ブチルパーオクトエート)が含まれ  
る。分散重合法では、表面処理された無機微粒子にポリ  
マー分散剤を加え、モノマーと重合開始剤を溶解し、生  
成するポリマーは不溶である重合媒体中で重合反応を実  
施することが好ましい。重合媒体の例には、水、アルコ  
ール(例、メタノール、エタノール、プロパノール、イ  
ソプロパノール、2-メトキシ-1-プロパノール、ブ  
タノール、t-ブタノール、ペンタノール、ネオペンタ  
ノール、シクロヘキサノール、1-メトキシ-2-プロ  
パノール)、メチルエチルケトン、アセトニトリル、テ  
トラヒドロフラン、酢酸エチルが含まれる。水、メタノ  
ール、エタノールおよびイソプロパノールが好ましい。  
二種類以上の重合媒体を併用してもよい。

【0062】乳化重合法または分散重合法において、連  
鎖移動剤を使用してもよい。連鎖移動剤の例には、ハロ  
ゲン化炭化水素(例、四塩化炭素、四臭化炭素、二臭化  
酢酸エチル、三臭化酢酸エチル、二臭化エチルベンゼ  
ン、二臭化エタン、二塩化エタン)、炭化水素(例、ベン  
ゼン、エチルベンゼン、イソプロピルベンゼン)、チ  
オエーテル(例、ジアソチオエーテル)、メルカプタン  
(例、t-ドデシルメルカプタン、n-ドデシルメルカ  
プタン、ヘキサデシルメルカプタン、n-オクタデシル  
メルカプタン、チオグリセロール)、ジスルフィド  
(例、ジイソプロピルザントゲンジスルフィド)、チオ  
グリコール酸およびその誘導体(例、チオグリコール  
酸、チオグリコール酸2-エチルヘキシル、チオグリコ  
ール酸ブチル、チオグリコール酸メトキシブチル、トリ  
メチロールプロパントリス(チオグリコレート))が含  
まれる。二種類以上のコアシェル微粒子を併用してもよ  
い。また、シェルのない無機微粒子とコアシェル粒子と  
を併用してもよい。

#### 【0063】(3)バインダー

バインダーポリマーは、飽和炭化水素またはポリエー  
テルを主鎖として有するポリマーであることが好ましく、  
飽和炭化水素を主鎖として有するポリマーであることが  
さらに好ましい。バインダーポリマーは架橋しているこ  
とが好ましい。飽和炭化水素を主鎖として有するポリマ  
ーは、エチレン性不飽和モノマーの重合反応により得る  
ことが好ましい。架橋しているバインダーポリマーを得  
るためには、二以上のエチレン性不飽和基を有するモノ  
マーを用いることが好ましい。二以上のエチレン性不飽  
和基を有するモノマーの例には、多価アルコールと(メ  
タ)アクリル酸とのエステル(例、エチレングリコール  
ジ(メタ)アクリレート、1, 4-ジシクロヘキサンジ  
アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ(メタ)ア  
クリレート)、ペンタエリスリトールトリ(メタ)アクリ  
レート、トリメチロールプロパントリ(メタ)アクリレ  
ート、トリメチロールエタントリ(メタ)アクリレー

ト、ジペンタエリスリトールテトラ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールヘキサ（メタ）アクリレート、1, 2, 3-シクロヘキサントトラメタアクリレート、ポリウレタンポリアクリレート、ポリエステルポリアクリレート）、ビニルベンゼンおよびその誘導体

（例、1, 4-ジビニルベンゼン、4-ビニル安息香酸-2-アクリロイルエチルエステル、1, 4-ジビニルシクロヘキサノン）、ビニルスルホン（例、ジビニルスルホン）、アクリルアミド（例、メチレンビスアクリルアミド）およびメタクリルアミドが含まれる。ポリエーテルを主鎖として有するポリマーは、多官能エポキシ化合物の開環重合反応により合成することが好ましい。

【0064】二以上のエチレン性不飽和基を有するモノマーの代わりまたはそれに加えて、架橋性基の反応により、架橋構造をバインダーポリマーに導入してもよい。架橋性官能基の例には、イソシアナート基、エポキシ基、アジリジン基、オキサゾリン基、アルデヒド基、カルボニル基、ヒドラジン基、カルボキシ基、メチロール基および活性メチレン基が含まれる。ビニルスルホン、酸無水物、シアノアクリレート誘導体、メラミン、エーテル化メチロール、エステルおよびウレタンも、架橋構造を導入するためのモノマーとして利用できる。ブロックイソシアナート基のように、分解反応の結果として架橋性を示す官能基を用いてもよい。また、本発明において架橋基とは、上記化合物に限らず上記官能基が分解した結果反応性を示すものであってもよい。前記

（2）のシェルポリマーと併用する場合、バインダーポリマーのガラス転移温度（ $T_g$ ）は、シェルポリマーの $T_g$ よりも低いことが好ましい。バインダーポリマーの $T_g$ とシェルポリマーの $T_g$ との温度差は、 $5^{\circ}\text{C}$ 以上であることが好ましく、 $20^{\circ}\text{C}$ 以上であることがさらに好ましい。バインダーポリマーは、低屈折率層の塗布液にモノマーを添加し、低屈折率層の塗布と同時にまたは塗布後に重合反応（必要ならばさらに架橋反応）により形成することが好ましい。重合開始剤については、前述したシェルポリマーの合成に用いる重合開始剤と同様である。低屈折率層の塗布液に、少量のポリマー（例、ポリビニルアルコール、ポリオキシエチレン、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート、ジアセチルセルロース、トリアセチルセルロース、ニトロセルロース、ポリエステル、アルキド樹脂）を添加してもよい。

【0065】（透明支持体）反射防止膜をCRT画像表示面やレンズ表面に直接設ける場合を除き、反射防止膜は透明支持体を有することが好ましい。透明支持体としては、ガラス板よりもプラスチックフィルムの方が好ましい。プラスチックフィルムの材料の例には、セルロースエステル（例、トリアセチルセルロース、ジアセチルセルロース、プロピオニルセルロース、ブチリルセルロース、アセチルプロピオニルセルロース、ニトロセルロース）、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリエステル

（例、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート、ポリ-1, 4-シクロヘキサジメチレンテレフタレート、ポリエチレン-1, 2-ジフェノキシエタン-4, 4'-ジカルボキシレート、ポリブチレンテレフタレート）、ポリスチレン（例、シンジオタクチックポリスチレン）、ポリオレフィン（例、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリメチルペンテン）、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリアリレート、ポリエーテルイミド、ポリメチルメタクリレートおよびポリエーテルケトンが含まれる。トリアセチルセルロース、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレートおよびポリエチレンナフタレートが好ましい。透明支持体の光透過率は、80%以上であることが好ましく、86%以上であることがさらに好ましい。透明支持体のヘイズは、2.0%以下であることが好ましく、1.0%以下であることがさらに好ましい。透明支持体の屈折率は、1.4乃至1.7であることが好ましい。透明支持体には、赤外線吸収剤あるいは紫外線吸収剤を添加してもよい。赤外線吸収剤の添加量は、透明支持体の0.01乃至20重量%であることが好ましく、0.05乃至10重量%であることがさらに好ましい。滑り剤として、不活性無機化合物の粒子を透明支持体に添加してもよい。無機化合物の例には、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{BaSO}_4$ 、 $\text{CaCO}_3$ 、タルクおよびカオリンが含まれる。透明支持体に、表面処理を実施してもよい。表面処理の例には、薬品処理、機械的処理、コロナ放電処理、火焰処理、紫外線照射処理、高周波処理、グロー放電処理、活性プラズマ処理、レーザー処理、混酸処理およびオゾン酸化処理が含まれる。グロー放電処理、紫外線照射処理、コロナ放電処理および火焰処理が好ましく、グロー放電処理と紫外線照射処理がさらに好ましい。

【0066】〔中屈折率層〕図1の（b）に示すように、高屈折率層と透明支持体との間に中屈折率層を設けてもよい。中屈折率層の屈折率は、低屈折率層の屈折率と高屈折率層の屈折率との間の値となるように調整する、中屈折率層の屈折率は、1.55乃至1.85であることが好ましい。中屈折率層は、比較的屈折率が高いポリマーを用いて形成することが好ましい。屈折率が高いポリマーの例には、ポリスチレン、スチレン共重合体、ポリカーボネート、メラミン樹脂、フェノール樹脂、エポキシ樹脂および環状（脂環式または芳香族）イソシアネートとポリオールとの反応で得られるポリウレタンが含まれる。その他の環状（芳香族、複素環式、脂環式）基を有するポリマーや、フッ素以外のハロゲン原子を置換基として有するポリマーも、屈折率が高い。二重結合を導入してラジカル硬化を可能にしたモノマーの重合反応によりポリマーを形成してもよい。屈折率の高い無機微粒子を上記ポリマー中に分散してもよい。屈折率の高い無機微粒子を用いる場合は、比較的屈折率の低

いポリマー、例えば、ビニル系ポリマー（アクリル系ポリマーを含む）、ポリエステル系ポリマー（アルキド系ポリマーを含む）、セルロース系ポリマーやウレタン系ポリマーでも、無機微粒子を安定に分散するために用いることができる。有機置換されたケイ素化合物を、中屈折率層に添加してもよい。ケイ素化合物としては、低屈折率層の無機微粒子の表面処理に使用するシランカップリング剤またはその加水分解物が好ましく用いられる。

【0067】無機微粒子としては、金属（例、アルミニウム、チタニウム、ジルコニウム、アンチモン）の酸化物が好ましい。無機微粒子の粉末またはコロイド状分散物を上記のポリマーまたは有機ケイ素化合物中と混合して、使用する。無機微粒子の平均粒径は、10乃至200 nmであることが好ましい。被膜形成能を有する有機金属化合物から、中屈折率層を形成してもよい。有機金属化合物は、適当な媒体に分散できるか、液状であることが好ましい。有機金属化合物の例には、金属アルコレート（例、チタンテトラエトキシド、チタンテトラ-*i*-プロポキシド、チタンテトラ-*n*-プロポキシド、チタンテトラ-*n*-ブトキシド、チタンテトラ-*sec*-ブトキシド、チタンテトラ-*tert*-ブトキシド、アルミニウムトリエトキシド、アルミニウムトリ-*i*-プロポキシド、アルミニウムトリブトキシド、アンチモントリエトキシド、アンチモントリブトキシド、ジルコニウムテトラエトキシド、ジルコニウムテトラ-*i*-プロポキシド、ジルコニウムテトラ-*n*-プロポキシド、ジルコニウムテトラ-*n*-ブトキシド、ジルコニウムテトラ-*sec*-ブトキシド、ジルコニウムテトラ-*tert*-ブトキシド）、キレート化合物（例、ジ-*i*-ソプロポキシチタニウムビスアセチルアセトネート、ジ-*n*-ブトキシチタニウムビスアセチルアセトネート、ジ-エトキシチタニウムビスアセチルアセトネート、ビスアセチルアセトンジルコニウム、アルミニウムアセチルアセトネート、アルミニウムジ-*n*-ブトキシドモノエチルアセトアセテート、アルミニウムジ-*i*-プロポキシドモノメチルアセトアセテート、トリ-*n*-ブトキシドジルコニウムモノエチルアセトアセテート）、有機酸塩（例、炭酸ジルコニウムアンモニウム）およびジルコニウムを主成分とする活性無機ポリマーが含まれる。アルキルシリケート類、その加水分解物および微粒子状シリカ、特にコロイド状に分散したシリカゲルを中屈折率層に添加してもよい。中屈折率層は、高屈折率層に使用する無機微粒子とポリマーを用い、高屈折率層よりも屈折率を低めに調節して形成することが特に好ましい。中屈折率層のヘイズは、3%以下であることが好ましい。

【0068】（その他の層）反射防止膜には、さらに、ハードコート層、防湿層、帯電防止層、下塗り層や保護層を設けてもよい。ハードコート層は、透明支持体に耐傷性を付与するために設ける。ハードコート層は、透明支持体とその上の層との接着を強化する機能も有する。

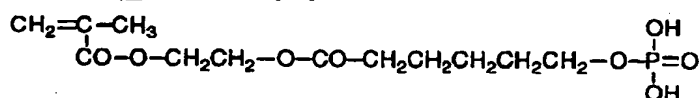
ハードコート層は、アクリル系ポリマー、ウレタン系ポリマー、エポキシ系ポリマー、シリコン系ポリマーやシリカ系化合物を用いて形成することができる。顔料をハードコート層に添加してもよい。アクリル系ポリマーは、多官能アクリレートモノマー（例、ポリオールアクリレート、ポリエステルアクリレート、ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート）の重合反応により合成することが好ましい。ウレタン系ポリマーの例には、メラミンポリウレタンが含まれる。シリコン系ポリマーとしては、シラン化合物（例、テトラアルコキシシラン、アルキルトリアルコキシシラン）と反応性基（例、エポキシ、メタクリル）を有するシランカップリング剤との共加水分解物が好ましく用いられる。二種類以上のポリマーを組み合わせ用いてもよい。シリカ系化合物としては、コロイダルシリカが好ましく用いられる。ハードコート層の強度は、1 kg 荷重の鉛筆硬度で、H以上であることが好ましく、2H以上であることがさらに好ましく、3H以上であることが最も好ましい。透明支持体の上には、ハードコート層に加えて、接着層、シールド層、滑り層や帯電防止層を設けてもよい。シールド層は、電磁波や赤外線を遮蔽するために設けられる。低屈折率層の上に、保護層を設けてもよい。保護層は、滑り層または汚れ防止層として機能する。

【0069】滑り層に用いる滑り剤の例には、ポリオルガノシロキサン（例、ポリジメチルシロキサン、ポリジエチルシロキサン、ポリジフェニルシロキサン、ポリメチルフェニルシロキサン、アルキル変性ポリジメチルシロキサン）、天然ワックス（例、カルナウバワックス、キャンデリラワックス、ホホバ油、ライスワックス、木ろう、蜜ろう、ラノリン、鯨ろう、モンタンワックス）、石油ワックス（例、パラフィンワックス、マイクロクリスタリンワックス）、合成ワックス（例、ポリエチレンワックス、フィッシャー・トロブシュワックス）、高級脂肪酸アミド（例、ステアラミド、オレインアミド、*N,N'*-メチレンビスステアラミド）、高級脂肪酸エステル（例、ステアリン酸メチル、ステアリン酸ブチル、グリセリンモノステアレート、ソルビタンモノオレエート）、高級脂肪酸金属塩（例、ステアリン酸亜鉛）およびフッ素含有ポリマー（パーフルオロ主鎖型パーフルオロポリエーテル、パーフルオロ側鎖型パーフルオロポリエーテル、アルコール変性パーフルオロポリエーテル、イソシアネート変性パーフルオロポリエーテル）が含まれる。汚れ防止層には、含フッ素疎水性化合物（例、含フッ素ポリマー、含フッ素界面活性剤、含フッ素オイル）を添加する。保護層の厚さは、反射防止機能に影響しないようにするため、20 nm以下であることが好ましい。保護層の厚さは、2乃至20 nmであることが好ましく、3乃至20 nmであることがさらに好ましく、5乃至10 nmであることが最も好ましい。

【0070】（反射防止膜）反射防止膜の各層は、ディ

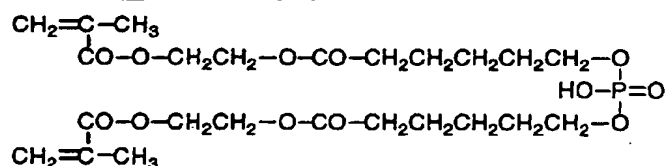
ップコート法、エアーナイフコート法、カーテンコート法、ローラーコート法、ワイヤーバーコート法、グラビアコート法やエクストルージョンコート法（米国特許2681294号明細書記載）により、塗布により形成することができる。二層以上を同時に塗布してもよい。同時塗布の方法については、米国特許2761791号、同2941898号、同3508947号、同3526528号の各明細書および原崎勇次著、コーティング工学、253頁、朝倉書店(1973)に記載がある。反射防止膜の反射率は低いほど好ましい。具体的には450乃至650nmの波長領域での平均反射率が2%以下であることが好ましく、1%以下であることがさらに好ましく、0.7%以下であることが最も好ましい。反射防止膜（下記のアンチグレア機能がない場合）のヘイズは、3%以下であることが好ましく、1%以下であることがさらに好ましく、0.5%以下であることが最も好ましい。反射防止膜の強度は、1kg荷重の鉛筆硬度で、H以上である好ましく、2H以上であることがさらに好ましく、3H以上であることが最も好ましい。反射防止膜は、外光を散乱させるアンチグレア機能を有していてもよい。アンチグレア機能は、反射防止膜の表面に凹凸を形成することにより得られる。図3に示すような微粒子を使用した低屈折率層では、微粒子により反射防止膜の表面に凹凸が形成できる。微粒子により得られるアンチグレア機能では不十分な場合は、低屈折率層、高屈折率層、中屈折率層あるいはハードコート層に比較的大きな

#### アニオン性モノマー（1）



【0073】

#### アニオン性モノマー（2）



【0074】得られた分散物中の二酸化チタンの重量平均径をコールターカウンターで評価した。結果は第1表に示す。

【0075】（高屈折率層用塗布液の調製）二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-D E T X、日本化薬（株）製）およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.75となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（1）およびアニオン性モノ

粒子（粒径：50nm乃至2μm）を少量（0.1乃至50重量%）添加してもよい。反射防止膜がアンチグレア機能を有する場合、反射防止膜のヘイズは、3乃至30%であることが好ましく、5乃至20%であることがさらに好ましく、7乃至20%であることが最も好ましい。反射防止膜は、液晶表示装置（LCD）、プラズマディスプレイパネル（PDP）、エレクトロルミネッセンスディスプレイ（ELD）や陰極管表示装置（CRT）のような画像表示装置に適用する。反射防止膜は、高屈折率層が画像表示装置の画像表示面側になるように配置する。反射防止膜が透明支持体を有する場合は、透明支持体側を画像表示装置の画像表示面に接着する。反射防止膜は、さらに、ケースカバー、光学用レンズ、眼鏡用レンズ、ウィンドウシールド、ライトカバーやヘルメットシールドにも利用できる。

【0071】

【実施例】 【実施例1】

（二酸化チタン分散物の調製）二酸化チタン（一次粒子重量平均粒径：50nm、屈折率：2.70）30重量部、下記のアニオン性モノマー（1）3重量部、下記のアニオン性モノマー（2）3重量部およびメチルエチルケトン64重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。

【0072】

【化9】

【化10】

マー（2）の合計量）と二酸化チタンとの体積比が79.0/21.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100になるように調節した。

【0076】（高屈折率層の形成）厚さ90μmのポリエチレンテレフタレートフィルムにハードコート層を設けた。ハードコート層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が60nmの高屈折率層を形成した。

【0077】（低屈折率層の形成）ジペンタエリスリト



ールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製) 6 g、光重合開始剤 (イルガキュア 907、チバガイギー社製) 0.5 g、光増感剤 (カヤキュア-DETX、日本化薬 (株) 製) 0.2 g および酢酸エチル 20 g を、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム 1 g を用いて水 100 g に乳化分散した。乳化物液とメチルメタクリレート (80 重量部) - ジビニルベンゼン (25 重量部) コポリマーからなる微粒子 (平均粒径: 52 nm) 100 g とを混合、攪拌して、低屈折率層の塗布液を調製した。塗布液を高屈折率層の上にワイヤーバーを用いて厚さ 100 nm に塗布し、これを乾燥後、100℃に加熱して 12 W/cm の高圧水銀灯を用いて 1 分間紫外線照射し架橋させた。その後室温まで放冷して低屈折率層 (屈折率: 1.55) を形成した。このようにして、反射防止膜を作成した。反射防止膜の平均反射率 (400 乃至 700 nm の波長領域) を、反射率計 (V-550、ARV-474 (日本分光 (株) 製) で測定した。また、反射防止膜のヘイズをヘイズメーター (NDH-1001DP、日本電色工業 (株) 製) で測定した。さらに、反射防止膜の強度を鉛筆硬度計 (1 kg 荷重) で評価した。結果は第 1 表に示す。

【0078】【比較例 1】実施例 1 のハードコート層の上に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製) を、均一に塗布し、紫外線を照射し硬化させ、乾燥膜厚が 60 nm の層 (屈折率: 1.53) を形成した。その上に、実施例 1 と同様にして、低屈折率層を形成し、反射防止膜を作成して評価した。結果は第 1 表に示す。

【0079】【比較例 2】二酸化チタン (一次粒子重量平均粒径: 50 nm、屈折率: 2.70) 30 重量部、リン酸系界面活性剤 (ホスファノール RD-720、東邦化学工業 (株) 製) 6 重量部およびメチルエチルケトン 64 重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製)、光重合開始剤 (イルガキュア 90

7、チバガイギー社製)、光増感剤 (カヤキュア-DETX、日本化薬 (株) 製) およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が 1.75 となるように調節した。具体的には、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記リン酸系界面活性剤の合計量と二酸化チタンとの体積比が 79.0/21.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が 3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とジペンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記リン酸系界面活性剤の合計量との重量比が 6/100 になるように調節した。得られた高屈折率層用塗布液を用いた以外は、実施例 1 と同様にして、反射防止膜を作成して評価した。結果は第 1 表に示す。

【0080】【実施例 2】実施例 1 と同様にして、高屈折率層を形成した。高屈折率層の上に、微細空洞 (マイクロポイド) を有するシリコン系化合物からなる厚さ 100 nm の低屈折率層 (屈折率 1.40) を形成した。低屈折率層に含まれる微細空洞の体積分率は、6 体積%であった。得られた反射防止膜を実施例 1 と同様にして評価した。結果は第 1 表に示す。

【0081】【実施例 3】実施例 1 と同様にして、高屈折率層を形成した。高屈折率層の上に、ヘキサフルオロイソプロピルメタクリレート (75 重量部) - 1,4-ジビニルベンゼン (20 重量部) - 2-ヒドロキシエチルメタクリレート (3 重量部) - メタクリル酸 (2 重量部) コポリマーの微粒子 (重量平均径: 30 nm) およびジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (バインダー) を含む低屈折率層用塗布液 (微粒子/バインダー (重量比) = 84/16) (重量比) を塗布、乾燥して、厚さ 100 nm の低屈折率層 (屈折率: 1.40) を形成した。低屈折率層の微細空洞 (マイクロポイド) の体積分率は、11 体積%であった。得られた反射防止膜を実施例 1 と同様にして評価した。結果は第 1 表に示す。

【0082】

【表 1】

第 1 表

| 番号  | 高屈折率層ポリマー | 平均粒径  | 低屈折率 | ヘイズ  | 強度 | 反射率  |
|-----|-----------|-------|------|------|----|------|
| 実 1 | アニオン性架橋   | 65 nm | 1.55 | 0.3% | 3H | 2.3% |
| 比 1 | 架橋のみ      | 粒子なし  | 1.55 | 0.2% | 3H | 5.2% |
| 比 2 | 架橋+界面活性剤  | 67 nm | 1.55 | 0.3% | B  | 2.3% |
| 実 2 | アニオン性架橋   | 65 nm | 1.40 | 0.1% | 3H | 0.8% |
| 実 3 | アニオン性架橋   | 65 nm | 1.40 | 0.1% | 3H | 0.8% |

(註)

低屈折率: 低屈折率層の屈折率

【0083】【実施例 4】

(中屈折率層用塗布液の調製) 実施例 1 で調製した二酸

化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製)、光重合開始

剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-DETX、日本化薬（株）製）およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が1.72となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（1）およびアニオン性モノマー（2）の合計量）と二酸化チタンとの体積比が81.5/18.5、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100になるように調節した。

【0084】（中屈折率層の形成）厚さ90μmのトリアセチルセルロースフィルムにハードコート層を設けた。ハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が75nmの中屈折率層を形成した。

【0085】（高屈折率層用塗布液の調製）実施例1で調製した二酸化チタン分散物に、ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-DETX、日本化薬（株）製）およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が2.20となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー

（1）およびアニオン性モノマー（2）の合計量）と二酸化チタンとの体積比が49.0/51.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100になるように調節した。

【0086】（高屈折率層の形成）上記中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が80nmの高屈折率層を形成した。

【0087】（低屈折率層の形成）実施例1と同様に、高屈折率層の上に厚さ80nmの低屈折率層を設け、反射防止膜を作成した。作成した反射防止膜の平均反射率、ヘイズおよび皮膜強度を実施例1と同様に評価した。結果は第2表に示す。

【0088】〔比較例3〕

（中屈折率層用塗布液の調製）比較例2で調製した二酸化チタン分散物に、ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-DETX、日本化薬（株）製）およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が1.72となるように調節した。具体的には、ジベンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記リン酸系界面活性剤の合計量と二酸化チタンとの体積比

が81.5/18.5、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とジベンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記リン酸系界面活性剤の合計量との重量比が6/100になるように調節した。

【0089】（中屈折率層の形成）厚さ90μmのトリアセチルセルロースフィルムにハードコート層を設けた。ハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が75nmの中屈折率層を形成した。

【0090】（高屈折率層用塗布液の調製）比較例2で調製した二酸化チタン分散物に、ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-DETX、日本化薬（株）製）およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が2.20となるように調節した。具体的には、ジベンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記リン酸系界面活性剤の合計量と二酸化チタンとの体積比が49.0/51.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とジベンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記リン酸系界面活性剤の合計量との重量比が6/100になるように調節した。

【0091】（高屈折率層の形成）上記中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が115nmの高屈折率層を形成した。

【0092】（低屈折率層の形成）実施例1と同様に、高屈折率層の上に厚さ80nmの低屈折率層を設け、反射防止膜を作成した。作成した反射防止膜の平均反射率、ヘイズおよび皮膜強度を実施例1と同様に評価した。結果は第2表に示す。

【0093】〔実施例5〕

（酸化錫分散物の調製）酸化錫（一次粒子重量平均粒径：10nm、屈折率：2.00）30重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー（1）3重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー（2）3重量部およびメチルエチルケトン64重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、酸化錫分散物を調製した。

【0094】（中屈折率層用塗布液の調製）酸化錫分散物に、ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-DETX、日本化薬（株）製）およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が1.72となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（1）およびアニオン性モノマ

一(2)の合計量)と酸化錫との体積比が55.0/45.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100になるように調節した。

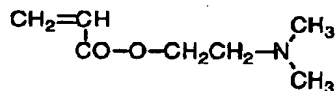
【0095】(中屈折率層の形成)厚さ90μmのトリアセチルセルロースフィルムにハードコート層を設けた。ハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が75nmの中屈折率層を形成した。

【0096】(二酸化チタン分散物の調製)二酸化チタン(一次粒子重量平均粒径:50nm、屈折率:2.70)30重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー(1)3重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー(2)3重量部、下記のカチオン性モノマー1重量部およびメチルエチルケトン63重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。

【0097】

【化11】

カチオン性モノマー



【0098】(高屈折率層用塗布液の調製)上記二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(DPHA、日本化薬(株)製)、光重合開始剤(イルガキュア907、チバガイギー社製)、光増感剤(カヤキュア-DETX、日本化薬(株)製)およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が2.20となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量(ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー(1)、アニオン性モノマー(2)およびカチオン性モノマーの合計量)と二酸化チタンとの体積比が49.0/51.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100になるように調節した。

【0099】(高屈折率層の形成)上記中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が115nmの高屈折率層を形成した。

【0100】(低屈折率層の形成)実施例2と同様に、高屈折率層の上に厚さ80nmの低屈折率層(屈折率:1.40)を設け、反射防止膜を作成した。なお、低屈折率層の微細空孔(マイクロポイド)の体積分率は、6体

積%であった。作成した反射防止膜の平均反射率、ヘイズおよび皮膜強度を実施例1と同様に評価した。結果は第2表に示す。

【0101】[実施例6]実施例5と同様に、中屈折率層および高屈折率層を形成した。実施例3と同様に、高屈折率層の上に厚さ80nmの低屈折率層(屈折率:

1.40)を設け、反射防止膜を作成した。なお、低屈折率層の微細空孔(マイクロポイド)の体積分率は、11体積%であった。作成した反射防止膜の平均反射率、ヘイズおよび皮膜強度を実施例1と同様に評価した。結果は第2表に示す。

【0102】[実施例7]

(中屈折率層用塗布液の調製)実施例1で調製した二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(DPHA、日本化薬(株)製)、光重合開始剤(イルガキュア907、チバガイギー社製)、光増感剤(カヤキュア-DETX、日本化薬(株)製)およびメチルエチルケトンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が1.72となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量(ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー(1)、アニオン性モノマー(2)およびカチオン性モノマーの合計量)と二酸化チタンとの体積比が81.5/18.5、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100になるように調節した。

【0103】(中屈折率層の形成)厚さ90μmのトリアセチルセルロースフィルムにハードコート層を設けた。ハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が75nmの中屈折率層を形成した。

【0104】(高屈折率層の形成)上記中屈折率層の上に、実施例5で調製した高屈折率層用塗布液をバーコーターで塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が115nmの高屈折率層を形成した。

【0105】(低屈折率層の形成)上記高屈折率層の上に、実施例3と同様に厚さ80nmの低屈折率層(屈折率:1.40)を設け、反射防止膜を作成した。なお、低屈折率層の微細空孔(マイクロポイド)の体積分率は、11体積%であった。作成した反射防止膜の平均反射率、ヘイズおよび皮膜強度を実施例1と同様に評価した。結果は第2表に示す。

【0106】

【表2】

第2表

| 番号 | 高屈折率層ポリマー | 平均粒径 | 低屈折率 | ヘイズ | 強度 | 反射率 |
|----|-----------|------|------|-----|----|-----|
|----|-----------|------|------|-----|----|-----|

|    |          |       |      |      |    |      |
|----|----------|-------|------|------|----|------|
| 実4 | アニオン性架橋  | 65 nm | 1.55 | 0.5% | 3H | 1.1% |
| 比3 | 架橋+界面活性剤 | 67 nm | 1.55 | 0.5% | B  | 1.4% |
| 実5 | アニオン性架橋  | 65 nm | 1.40 | 0.5% | 3H | 0.3% |
| 実6 | 両性架橋     | 65 nm | 1.40 | 0.5% | 3H | 0.3% |
| 実7 | 両性架橋     | 65 nm | 1.40 | 0.5% | 3H | 0.3% |

(註)

低屈折率：低屈折率層の屈折率

## 【0107】〔実施例8〕

(ハードコート層の形成) ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製) 125 g およびウレタンアクリレートオリゴマー (UV-6300B、日本合成化学工業 (株) 製) 125 g を、439 g の工業用変性エタノールに溶解した。得られた溶液に、光重合開始剤 (イルガキュア907、チバガイギー社製) 7.5 g および光増感剤 (カヤキュア-DETX、日本化薬 (株) 製) 5.0 g を49 g のメチルエチルケトンに溶解した溶液を加えた。混合物を攪拌した後、孔径1  $\mu$ m のポリプロピレン製フィルターで濾過してハードコート層の塗布液を調製した。80  $\mu$ m の厚さのトリアセチルセルロースフィルム (TAC-TD80U、富士写真フィルム (株) 製) に、上記のハードコート層の塗布液を、バーコーターを用いて塗布し、120℃で乾燥した。次に紫外線を照射して、塗布層を硬化させ、厚さ7.5  $\mu$ m のハードコート層を形成した。

【0108】(低屈折率層用塗布液の調製) シリカ微粒子のメタノール分散液 (メタノールシリカゾル、日産化学 (株) 製) 200 g にシランカップリング剤 (KBM-503、信越シリコン (株) 製) 3 g および0.1 N塩酸2 g を加え、室温で5時間攪拌した後、約3日間室温で放置して、シランカップリング処理したシリカ微粒子の分散物を調製した。分散物149 g に、イソプロピルアルコール789 g およびメタノール450 g を加えた。光重合開始剤 (イルガキュア907、チバガイギー社製) 0.458 g および光増感剤 (カヤキュア-DETX、日本化薬 (株) 製) 0.229 g を31.62 g のイソプロピルアルコールに溶解した溶液を加え、さらに、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製) 11.44 g を78.13 g のイソプロピルアルコールに溶解した溶液を加えた。混合物を20分間室温で攪拌し、孔径1  $\mu$ m のポリプロピレン製フィルターで濾過して、低屈折率層用塗布液を調製した。

【0109】(二酸化チタン分散物の調製) 二酸化チタン (一次粒子重量平均粒径：50 nm、屈折率：2.70) 30重量部、アニオン性メタクリレートモノマー (PM21、日本化薬 (株) 製) 4.5重量部、カチオン性アクリレートモノマー (DMAEA、興人 (株) 製) 0.3重量部およびメチルエチルケトン65.2重

10 量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。

【0110】(中屈折率層用塗布液の調製) シクロヘキサノン172 g およびメチルエチルケトン43 g に、光重合開始剤 (イルガキュア907、チバガイギー社製) 0.18 g および光増感剤 (カヤキュア-DETX、日本化薬 (株) 製) 0.059 g を溶解した。さらに、二酸化チタン分散物15.8 g およびジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製) 3.1 g を加え、室温で30分間攪拌した後、孔径1  $\mu$ m のポリプロピレン製フィルターで濾過して、中屈折率層用塗布液を調製した。

【0111】(高屈折率層用塗布液の調製) シクロヘキサノン183 g およびメチルエチルケトン46 g に、光重合開始剤 (イルガキュア907、チバガイギー社製) 0.085 g および光増感剤 (カヤキュア-DETX、日本化薬 (株) 製) 0.028 g を溶解した。さらに、二酸化チタン分散物17.9 g およびジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (DPHA、日本化薬 (株) 製) 1.0 g を加え、室温で30分間攪拌した後、孔径1  $\mu$ m のポリプロピレン製フィルターで濾過して、高屈折率層用塗布液を調製した。

【0112】(反射防止膜の作成) ハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターを用いて塗布し、120℃で乾燥した後、紫外線を照射して塗布層を硬化させ、中屈折率層 (厚さ：0.081  $\mu$ m) を設けた。中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターを用いて塗布し、120℃で乾燥した後、紫外線を照射して塗布層を硬化させ、高屈折率層 (厚さ：0.053  $\mu$ m) を設けた。高屈折率層の上に、低屈折率層用塗布液をバーコーターを用いて塗布し、120℃で乾燥した後、紫外線を照射して塗布層を硬化させ、低屈折率層 (厚さ：0.092  $\mu$ m) を設けた。このようにして反射防止膜を作成した。得られた反射防止膜について、450~650 nmの波長における平均反射率および表面の鉛筆硬度を測定した。さらに、指紋付着性を評価するため表面の接触角も測定した。結果は第3表に示す。

【0113】〔実施例9〕低屈折率層の厚さを0.072  $\mu$ m とする以外は、実施例8と同様にして、ハードコート層の上に、中屈折率層、高屈折率層、低屈折率層を設けた。低屈折率層の上に、架橋性含フッ素ポリマーの

溶液を塗布し、120℃に加熱して含フッ素ポリマーを架橋させ、厚さ0.02μmの保護層を設けた。得られた反射防止膜について、450～650nmの波長における平均反射率および表面の鉛筆硬度を測定した。さら

第3表

| 反射防止膜 | 保護層 | 平均反射率 | 鉛筆硬度 | 接触角  |
|-------|-----|-------|------|------|
| 実施例8  | なし  | 0.35% | 2H   | 28°  |
| 実施例9  | あり  | 0.36% | 2H   | 106° |

## 【0115】【実施例10】

(二酸化チタン分散物の調製) 二酸化チタン(一次粒子重量平均粒径:30nm)30.0重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー(1)2.25重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー(2)2.25重量部およびシクロヘキサノン65.5重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。得られた分散物中の二酸化チタンの重量平均径をコールターカウンターで評価した。結果は第4表に示す。

【0116】(高屈折率層用塗布液の調製) 二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(DPHA、日本化薬(株)製)、光重合開始剤(イルガキュア907、チバガイギー社製)、光増感剤(カヤキュアDET X、日本化薬(株)製)、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.75となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量(ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー(1)およびアニオン性モノマー(2)の合計量)と二酸化チタンとの重量比が53.4/46.6、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を沈降試験により評価した。塗布液を静置して100時間後に、上澄み液が現れなければA、現れればBとした。結果は第4表に示す。

【0117】(高屈折率層の形成) ポリエチレンテレフタレートフィルムにハードコート層(エリスリトール系多官能アクリレート、ポリエステル系多官能およびヒドロキシプロピル系多官能アクリレートの混合重合物)を設けた。ハードコート層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が60nmの高屈折率層を形成した。高屈折率層のヘイズをヘイズメーター(NDH-1001DP、日本電色工業(株)製)で測定した。また、屈折率を反射率の測定値(V-550、ARV-474、日本分光(株)製)か

に、指紋付着性を評価するため表面の接触角も測定した。結果は第3表に示す。

【0114】

【表3】

ら計算した。さらに、高屈折率層の強度を鉛筆硬度計(JIS-K-5400)で評価した。結果は第4表に示す。

【0118】(低屈折率層用塗布液の調製) 濃度30重量%のシリカ微粒子のメタノール分散液(メタノールシリカゾル、日産化学(株)製)300gにシランカップリング剤(KBM-503、信越化学工業(株)製)4.5gおよび0.1N塩酸3gを加え、室温で5時間攪拌した後、5日間室温で放置して、シランカップリング処理したシリカ微粒子の分散物を調製した。分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(DPHA、日本化薬(株)製)、光重合開始剤(イルガキュア907、チバガイギー社製)、光増感剤(カヤキュアDET X、日本化薬(株)製)、イソプロピルアルコールおよびジアセトンアルコールを添加して低屈折率層用塗布液を調製した。添加量は、低屈折率層の屈折率が1.40となるように調節した。具体的には、表面処理シリカ微粒子とジペンタエリスリトールヘキサアクリレートとの重量比が83.7/16.3、光重合開始剤と光増感剤との重量比が2/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とジペンタエリスリトールヘキサアクリレートとの重量比が6/100、そして、シリカ微粒子分散物中のメタノールと、イソプロパノールとジアセトンアルコールとの重量比が15/65/20となるように調節した。

【0119】(低屈折率層の形成) 低屈折率層用塗布液を高屈折率層の上に、バーコーターを用いて均一に塗布し、紫外線照射して硬化させ、ミクロボイド含む低屈折率層(乾燥膜厚:100nm)を形成した。このようにして、反射防止膜を作成した。得られた反射防止膜について、ヘイズと鉛筆硬度を高屈折率層と同様に評価した。また、波長450～650nmにおける平均反射率を、反射率計(V-550、ARV-474(日本分光(株)製)で測定した。結果を第4表に示す。

【0120】【比較例4】 二酸化チタン(一次粒子重量平均粒径:30nm)30重量部およびシクロヘキサノン70重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。上記二酸化チタン分散物を用いた以外は、実施例10と同様にして、反射

防止膜を作成し、評価した。結果は第4表に示す。

【0121】【比較例5】二酸化チタン（一次粒子重量平均粒径：30 nm）30重量部、界面活性剤（プレノールA-17、吉村油化学（株）製）4.5重量部およびシクロヘキサノン65.5重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。上記二酸化チタン分散物を用い、高屈折率層用塗布液に使用する光重合開始剤と光増感剤の合計量とジベンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記界面活性剤の合計量との重量比を6/100に調節した以外は、実施例10と同様にして、反射防止膜を作成し、評価した。結果は第4表に示す。

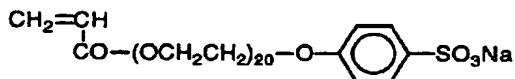
【0122】【比較例6】二酸化チタン（一次粒子重量平均粒径：30 nm）30重量部、界面活性剤（プレノールA-17、吉村油化学（株）製）1.5重量部およびシクロヘキサノン68.5重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。上記二酸化チタン分散物を用い、高屈折率層用塗布液に使用する光重合開始剤と光増感剤の合計量とジベンタエリスリトールヘキサアクリレートと上記界面活性剤の合計量との重量比を6/100に調節した以外は、実施例10と同様にして、反射防止膜を作成し、評価した。結果は第4表に示す。

【0123】【実施例11】二酸化チタン（一次粒子重量平均粒径：30 nm）20重量部、下記のアニオン性モノマー（3）3重量部およびシクロヘキサノン77.0重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。

【0124】

【化12】

アニオン性モノマー（3）



【0125】上記二酸化チタン分散物を用いた以外は、実施例10と同様にして、反射防止膜を作成し、評価した。結果は第4表に示す。

【0126】【実施例12】酸化錫（一次粒子重量平均粒径：10 nm）30重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー（1）2.25重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー（2）2.25重量部およびシクロヘキサノン65.5重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、酸化錫分散物を調製した。酸化錫分散物に、ジベンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-DETX、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.66となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジベンタエリスリトールヘキ

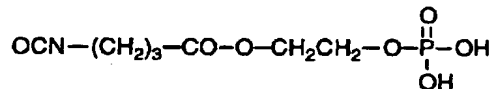
サアクリレート、アニオン性モノマー（1）およびアニオン性モノマー（2）の合計量）と酸化錫との重量比が30.0/70.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節した。塗布液中の酸化錫の分散・安定性を沈降試験により評価した。塗布液を静置して100時間後に、上澄み液が現れなければA、現れればBとした。結果は第4表に示す。実施例10で作成したハードコート層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が60 nmの高屈折率層を形成した。高屈折率層の上に、実施例10と同様に厚さ（乾燥膜厚）が95 nmの低屈折率層を形成した。このようにして反射防止膜を作成し、実施例10と同様に評価した。結果は第4表に示す。

【0127】【実施例13】酸化錫（一次粒子重量平均粒径：10 nm）20重量部、下記のアニオン性モノマー（4）3重量部およびシクロヘキサノン77重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、酸化錫分散物を調製した。

【0128】

【化13】

アニオン性モノマー（4）



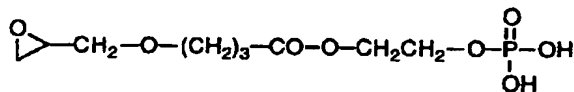
【0129】酸化錫分散物に、グリセロールジメタクリレート（ブレンマーGMR、日本油脂（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア-DETX、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.66となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（グリセロールジメタクリレートおよびアニオン性モノマー（3）の合計量）と酸化錫との重量比が30.0/70.0調節した以外は、実施例12と同様に調節した。塗布液中の酸化錫の分散・安定性を沈降試験により評価した。塗布液を静置して100時間後に、上澄み液が現れなければA、現れればBとした。結果は第4表に示す。実施例10で作成したハードコート層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射し、さらに100℃で1時間加熱して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が60 nmの高屈折率層を形成した。高屈折率層の上に、実施例10と同様に厚さ（乾燥膜厚）が95 nmの低屈折率層を形成した。このようにして反射防止膜を作成し、実施例10と同様に評価した。結果は第4表に示す。

【0130】【実施例14】酸化錫（一次粒子重量平均粒径：10 nm）20重量部、下記のアニオン性モノマー（5）3重量部およびシクロヘキサノン77重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、酸化錫分散物を調製した。

【0131】

【化14】

アニオン性モノマー（5）

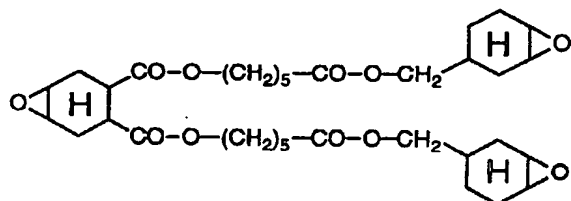


【0132】酸化錫分散物に、下記のエポキシ化シクロヘキサン系モノマー（エポリドGT300、ダイセル化学工業（株））、下記の芳香族スルホニウム塩（光重合開始剤）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.66となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（エポキシ化シクロヘキサン系モノマーおよびアニオン性モノマー（5）の合計量）と酸化錫との重量比が30.0/70.0、芳香族スルホニウム塩（光重合開始剤）とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節した。

【0133】

【化15】

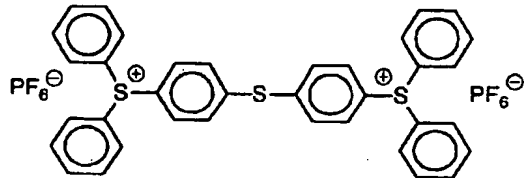
エポキシ化シクロヘキサン系モノマー



【0134】

【化16】

芳香族スルホニウム塩



【0135】塗布液中の酸化錫の分散・安定性を沈降試験により評価した。塗布液を静置して100時間後に、上澄み液が現れなければA、現れればBとした。結果は第4表に示す。実施例10で作成したハードコート層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射し、さらに100℃で1時間加熱して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が60 nmの高屈折率層を形成した。高屈折率層の上に、実施例10と同様に厚さ（乾燥膜厚）が95 nmの低屈

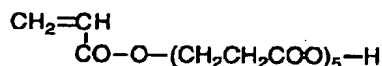
折率層を形成した。このようにして反射防止膜を作成し、実施例10と同様に評価した。結果は第4表に示す。

【0136】【実施例15】二酸化チタン（一次粒子重量平均粒径：30 nm）20重量部、下記のアニオン性モノマー（6）3重量部、n-オクチルアミン0.3重量部およびシクロヘキサノン76.7重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。

【0137】

【化17】

アニオン性モノマー（6）



【0138】上記の二酸化チタン分散物を用いた以外は、実施例10と同様にして反射防止膜を作成し、評価した。結果は第4表に示す。

【0139】【実施例16】二酸化チタン（一次粒子重量平均粒径：30 nm）30重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー（1）2.25重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー（2）2.25重量部、実施例5で用いたカチオン性モノマー0.3重量部およびシクロヘキサノン65.2重量部を、サンドグライNDERミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。

【0140】上記の二酸化チタン分散物を用いた以外は、実施例10と同様にして反射防止膜を作成し、評価した。結果は第4表に示す。

【0141】【実施例17】実施例10で作成したシリカカップリング剤処理したシリカ微粒子の分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュアDET-X、日本化薬（株）製）、イソプロピルアルコールおよびジアセトンアルコールを添加して低屈折率層用塗布液を調製した。添加量は、低屈折率層の屈折率が1.50となるように調節した。具体的には、表面処理したシリカ微粒子とジペンタエリスリトールヘキサアクリレートとの重量比が56.7/43.3、光重合開始剤と光増感剤との重量比が2/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とジペンタエリスリトールヘキサアクリレートとの重量比が6/100、そして、シリカ微粒子分散物中のメタノールと、イソプロパノールとジアセトンアルコールとの重量比が15/65/20となるように調節した。低屈折率層用塗布液を実施例10で形成した高屈折率層の上に、バーコーターを用いて均一に塗布し、紫外線照射して硬化させ、マイクロボイドを含まない低屈折率層（乾燥膜厚：95 nm）を形成した。このようにして、反射防止膜を作成した。得られた反射防止膜について、実施例10と同様に評価した。結果を第4表に示

す。

【0142】〔比較例7〕ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）に、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュアーDETX、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサ御を添加して塗布液を調製した。添加量は、層の屈折率が1.53となるように調節した。具体的には、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、そして光重合開始剤と光増感剤の合計量とジペンタエリスリトールヘキサ 10

第4表（高屈折率層の評価）

| 番号  | 高屈折率層ポリマー | 高屈折率層粒子 | 平均粒径   | 分散 | ヘイズ  | 強度 |
|-----|-----------|---------|--------|----|------|----|
| 実10 | アニオン性架橋   | 二酸化チタン  | 58 nm  | A  | 0.3% | 3H |
| 比4  | 架橋のみ      | 二酸化チタン  | 253 nm | B  | 30%  | 3H |
| 比5  | 架橋+界面活性剤  | 二酸化チタン  | 58 nm  | A  | 0.3% | 3B |
| 比6  | 架橋+界面活性剤  | 二酸化チタン  | 205 nm | B  | 27%  | B  |
| 実11 | アニオン性架橋   | 二酸化チタン  | 58 nm  | A  | 0.3% | 3H |
| 実12 | アニオン性架橋   | 酸化錫     | 55 nm  | A  | 0.1% | 2H |
| 実13 | アニオン性架橋   | 酸化錫     | 55 nm  | A  | 0.1% | 2H |
| 実14 | アニオン性架橋   | 酸化錫     | 55 nm  | A  | 0.1% | 2H |
| 実15 | アニオン性架橋   | 二酸化チタン  | 58 nm  | A  | 0.3% | 3H |
| 実16 | 両性架橋      | 二酸化チタン  | 55 nm  | A  | 0.2% | 3H |
| 実17 | 両性架橋      | 二酸化チタン  | 55 nm  | A  | 0.3% | 3H |
| 比7  | 架橋のみ      | なし      | —      | —  | 0%   | 3H |

【0144】

【表5】

第4表（反射防止膜の評価）

| 番号  | 低屈折率層のマイクロボイド | ヘイズ  | 強度 | 平均反射率 |
|-----|---------------|------|----|-------|
| 実10 | あり            | 0.4% | 3H | 0.62% |
| 比4  | あり            | 27%  | 3H | 測定不能  |
| 比5  | あり            | 0.4% | 3B | 0.63% |
| 比6  | あり            | 24%  | B  | 測定不能  |
| 実11 | あり            | 0.3% | 3H | 0.60% |
| 実12 | あり            | 0.2% | 2H | 0.85% |
| 実13 | あり            | 0.2% | 2H | 0.83% |
| 実14 | あり            | 0.2% | 2H | 0.82% |
| 実15 | あり            | 0.4% | 3H | 0.63% |
| 実16 | あり            | 0.3% | 3H | 0.60% |
| 実17 | なし            | 0.3% | 3H | 1.35% |
| 比7  | なし            | 0.2% | 3H | 4.20% |

【0145】〔実施例18〕実施例10で作成した高屈折率層の上に、光架橋性含フッ素ポリマーからなる乾燥膜厚が100 nmの低屈折率層（屈折率：1.40、鉛筆硬度：2H）を設けた。得られた反射防止膜について、ヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を実施

アクリレートとの重量比が6/100となるように調節した。塗布液を実施例10で形成したハードコート層の上に、バーコーターを用いて均一に塗布し、紫外線照射して硬化させ、塗布層（乾燥膜厚：60 nm）を形成した。塗布層の上に、実施例17と同様に低屈折率層を形成した。このようにして、反射防止膜を作成した。得られた反射防止膜について、実施例10と同様に評価した。結果を第4表に示す。

【0143】

【表4】

例10と同様に評価した。さらに、防汚性を評価するため、水の接触角も測定した。結果は第5表に示す。

【0146】〔実施例19〕実施例10で作成した反射防止膜の低屈折率層の上に、含フッ素シランカップリング剤を10 mg/m<sup>2</sup> 塗布し、100℃で1時間加熱し



た。得られた反射防止膜について、ヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を実施例10と同様に評価した。さらに、防汚性を評価するため、水の接触角も測定

【表6】

第5表

| 試料番号  | ヘイズ  | 強度 | 平均反射率 | 接触角  |
|-------|------|----|-------|------|
| 実施例18 | 0.4% | 2H | 0.62% | 100° |
| 実施例19 | 0.2% | 3H | 0.61% | 105° |

した。結果は第5表に示す。  
【0147】

## 【0148】【実施例20】

（中屈折率層用塗布液の調製）実施例10で調製した二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュアーDETX、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が1.66となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（1）およびアニオン性モノマー（2）の合計量）と二酸化チタンとの重量比が71.6/28.4、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を、実施例10と同様に評価したところ、良好な結果（A）が得られた。

【0149】（中屈折率層の形成）実施例10で形成したハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が79nmの中屈折率層を形成した。

【0150】（高屈折率層用塗布液の調製）実施例10で調製した二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュアーDETX、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.95となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（1）およびアニオン性モノマー（2）の合計量）と二酸化チタンとの重量比が26.0/74.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節

した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を、実施例10と同様に評価したところ、良好な結果（A）が得られた。

【0151】（高屈折率層の形成）上記中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が129nmの高屈折率層を形成した。中屈折率層と高屈折率層の積層膜について、ヘイズおよび強度（鉛筆硬度）を実施例10と同様に評価した。結果は第6表に示す。

【0152】（低屈折率層の形成）実施例17で調製した低屈折率層用塗布液を、高屈折率層の上にバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して硬化させ、ミクロボイドを含まない厚さ（乾燥膜厚）が85nmの低屈折率層を設けた。作成した反射防止膜のヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を、実施例10と同様に評価した。結果は第6表に示す。

【0153】【比較例8】比較例5で調製した二酸化チタン分散物を用いて中屈折率層用塗布液と高屈折率層用塗布液を調製し、それぞれの塗布液において、光重合開始剤と光増感剤の合計量とジペンタエリスリトールヘキサアクリレートと界面活性剤の合計量との重量比を6/100に調節した以外は、実施例20と同様にして反射防止膜を作成して評価した。結果は第6表に示す。

【0154】【実施例21】実施例10で調製した低屈折率層用塗布液を、実施例20で作成した高屈折率層の上にバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して硬化させ、ミクロボイドを含む厚さ（乾燥膜厚）が92nmの低屈折率層を設けた。作成した反射防止膜を実施例20と同様に評価した。結果は第6表に示す。

## 【0155】【実施例22】

（中屈折率層用塗布液の調製）実施例16で調製した二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（DPHA、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア907、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュアーDETX、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が1.66となるように

調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（１）、アニオン性モノマー（２）およびカチオン性モノマーの合計量）と二酸化チタンとの重量比が $71.6/28.4$ 、光重合開始剤と光増感剤との重量比が $3/1$ 、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が $6/100$ 、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が $1/1$ となるように調節した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を、実施例１０と同様に評価したところ、良好な結果（Ａ）が得られた。

【０１５６】（中屈折率層の形成）実施例１０で形成したハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が $79\text{ nm}$ の中屈折率層を形成した。

【０１５７】（高屈折率層用塗布液の調製）実施例１６で調製した二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（ＤＰＨＡ、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア９０７、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア－ＤＥＴＸ、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が $1.95$ となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（１）、アニオン性モノマー（２）およびカチオン性モノマーの合計量）と二酸化チタンとの重量比が $26.0/74.0$ 、光重合開始剤と光増感剤との重量比が $3/1$ 、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が $6/100$ 、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が $1/1$ となるように調節した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を、実施例１０と同様に評価したところ、良好な結果（Ａ）が得られた。

【０１５８】（高屈折率層の形成）上記中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が $129\text{ nm}$ の高屈折率層を形成した。中屈折率層と高屈折率層の積層膜について、ヘイズおよび強度（鉛筆硬度）を実施例１０と同様に評価した。結果は第６表に示す。

【０１５９】（低屈折率層の形成）実施例１０で調製した低屈折率層用塗布液を、高屈折率層の上にバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して硬化させ、ミクロボイドを含む厚さ（乾燥膜厚）が $92\text{ nm}$ の低屈折率層を設けた。作成した反射防止膜のヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を、実施例１０と同様に評価した。結果は第６表に示す。

【０１６０】〔実施例２３〕

（中屈折率層用塗布液の調製）酸化錫（一次粒子重量平

均粒径： $10\text{ nm}$ ） $30$ 重量部、実施例１で用いたアニオン性モノマー（１） $2.25$ 重量部、実施例１で用いたアニオン性モノマー（２） $2.25$ 重量部およびシクロヘキサノン $65.5$ 重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、酸化錫分散物を調製した。酸化錫分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（ＤＰＨＡ、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア９０７、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア－ＤＥＴＸ、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が $1.66$ となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー（１）およびアニオン性モノマー（２）の合計量）と酸化錫との重量比が $30.0/70.0$ 、光重合開始剤と光増感剤との重量比が $3/1$ 、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が $6/100$ 、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が $1/1$ となるように調節した。塗布液中の酸化錫の分散・安定性を、実施例１０と同様に評価したところ、良好な結果（Ａ）が得られた。

【０１６１】（中屈折率層の形成）実施例１０で作成したハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が $79\text{ nm}$ の中屈折率層を形成した。

【０１６２】（高屈折率層の形成）中屈折率層の上に、実施例２２で調製した高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ（乾燥膜厚）が $129\text{ nm}$ の高屈折率層を形成した。中屈折率層と高屈折率層の積層膜について、ヘイズおよび強度（鉛筆硬度）を実施例１０と同様に評価した。結果は第６表に示す。

【０１６３】（低屈折率層の形成）実施例１０で調製した低屈折率層用塗布液を、高屈折率層の上にバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して硬化させ、ミクロボイドを含む厚さ（乾燥膜厚）が $92\text{ nm}$ の低屈折率層を設けた。作成した反射防止膜のヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を、実施例１０と同様に評価した。結果は第６表に示す。

【０１６４】〔実施例２４〕

（中屈折率層用塗布液の調製）実施例１６で調製した二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート（ＤＰＨＡ、日本化薬（株）製）、光重合開始剤（イルガキュア９０７、チバガイギー社製）、光増感剤（カヤキュア－ＤＥＴＸ、日本化薬（株）製）、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、中屈折率層の屈折率が $1.80$ となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー

(1)、アニオン性モノマー(2)およびカチオン性モノマーの合計量)と二酸化チタンとの重量比が4.5/5.4.8、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を、実施例10と同様に評価したところ、良好な結果(A)が得られた。

【0165】(中屈折率層の形成)実施例10で形成したハードコート層の上に、中屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が78nmの中屈折率層を形成した。

【0166】(高屈折率層用塗布液の調製)実施例16で調製した二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(DPHA、日本化薬(株)製)、光重合開始剤(イルガキュア907、チバガイギー社製)、光増感剤(カヤキュア-D-ETX、日本化薬(株)製)、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.95となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量(ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー(1)、アニオン性モノマー(2)およびカチオン性モノマーの合計量)と二酸化チタンとの重量比が26.0/74.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を、実施例10と同様に評価したところ、良好な結果(A)が得られた。

【0167】(高屈折率層の形成)上記中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が58nmの高屈折率層を形成した。中屈折率層と高屈折率層の積層膜について、ヘイズおよび強度(鉛筆硬度)を実施例10と同様に評価した。結果は第6表に示す。

【0168】(低屈折率層の形成)実施例10で調製した低屈折率層用塗布液を、高屈折率層の上にバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して硬化させ、ミクロポイドを含む厚さ(乾燥膜厚)が95nmの低屈折率層を設けた。作成した反射防止膜のヘイズ、強度(鉛筆硬度)および平均反射率を、実施例10と同様に評価した。結果は第6表に示す。

【0169】[実施例25]

(高屈折率層用塗布液の調製)二酸化チタン(一次粒子重量平均粒径:110nm)20.0重量部、実施例1

で用いたアニオン性モノマー(1)1.5重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー(2)1.5重量部、実施例5で用いたカチオン性モノマー0.2重量部およびシクロヘキサノン76.8重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。

【0170】二酸化チタン分散物に、ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート(DPHA、日本化薬(株)製)、光重合開始剤(イルガキュア907、チバガイギー社製)、光増感剤(カヤキュア-D-ETX、日本化薬(株)製)、メチルエチルケトンおよびシクロヘキサノンを添加した。添加量は、高屈折率層の屈折率が1.95となるように調節した。具体的には、モノマーの合計量(ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート、アニオン性モノマー(7)およびカチオン性モノマーの合計量)と二酸化チタンとの重量比が26.0/74.0、光重合開始剤と光増感剤との重量比が3/1、光重合開始剤と光増感剤の合計量とモノマーの合計量との重量比が6/100、そして、メチルエチルケトンとシクロヘキサノンとの重量比が1/1となるように調節した。塗布液中の二酸化チタンの分散・安定性を、実施例10と同様に評価したところ、良好な結果(A)が得られた。

【0171】(高屈折率層の形成)実施例22で形成した中屈折率層の上に、高屈折率層用塗布液をバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して層を硬化させた。このようにして、厚さ(乾燥膜厚)が129nmの高屈折率層を形成した。中屈折率層と高屈折率層の積層膜について、ヘイズおよび強度(鉛筆硬度)を実施例10と同様に評価した。結果は第6表に示す。

【0172】(低屈折率層の形成)実施例10で調製した低屈折率層用塗布液を、高屈折率層の上にバーコーターで均一に塗布し、紫外線を照射して硬化させ、ミクロポイドを含む厚さ(乾燥膜厚)が92nmの低屈折率層を設けた。作成した反射防止膜のヘイズ、強度(鉛筆硬度)および平均反射率を、実施例10と同様に評価した。結果は第6表に示す。

【0173】[比較例9]二酸化チタン(一次粒子重量平均粒径:200nm)20.0重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー(1)1.5重量部、実施例1で用いたアニオン性モノマー(2)1.5重量部、実施例5で用いたカチオン性モノマー0.2重量部およびシクロヘキサノン76.8重量部を、サンドグラインダーミルにより分散し、二酸化チタン分散物を調製した。上記二酸化チタン分散物を用いた以外は、実施例25と同様にして反射防止膜を作成して評価した。結果は第6表に示す。

【0174】

[表7]

| 試料<br>番号 | 中屈折率層     |    |       | 高屈折率層     |    |        |
|----------|-----------|----|-------|-----------|----|--------|
|          | バインダーポリマー | 粒子 | 平均粒径  | バインダーポリマー | 粒子 | 平均粒径   |
| 実20      | アニオン性架橋   | Ti | 58 nm | アニオン性架橋   | Ti | 58 nm  |
| 比8       | 架橋+界面活性剤  | Ti | 58 nm | 架橋+界面活性剤  | Ti | 58 nm  |
| 実21      | アニオン性架橋   | Ti | 58 nm | アニオン性架橋   | Ti | 58 nm  |
| 実22      | 両性架橋      | Ti | 55 nm | 両性架橋      | Ti | 55 nm  |
| 実23      | アニオン性架橋   | Sn | 55 nm | 両性架橋      | Ti | 55 nm  |
| 実24      | 両性架橋      | Ti | 55 nm | 両性架橋      | Ti | 55 nm  |
| 実25      | 両性架橋      | Ti | 55 nm | 両性架橋      | Ti | 115 nm |
| 比9       | 両性架橋      | Ti | 55 nm | 両性架橋      | Ti | 215 nm |

【0175】

【表8】

第6表（反射防止膜の評価）

| 試料<br>番号 | 低屈折率層の<br>マイクロボイド | 中／高屈折率層積層体 |    | 反射防止膜 |    |       |
|----------|-------------------|------------|----|-------|----|-------|
|          |                   | ヘイズ        | 強度 | ヘイズ   | 強度 | 平均反射率 |
| 実20      | なし                | 0.4%       | 3H | 0.3%  | 3H | 1.15% |
| 比8       | なし                | 0.4%       | 4B | 0.3%  | 3B | 1.18% |
| 実21      | あり                | 0.4%       | 3H | 0.4%  | 3H | 0.31% |
| 実22      | あり                | 0.3%       | 3H | 0.3%  | 3H | 0.32% |
| 実23      | あり                | 0.3%       | 3H | 0.4%  | 3H | 0.32% |
| 実24      | あり                | 0.3%       | 3H | 0.3%  | 3H | 0.34% |
| 実25      | あり                | 1.0%       | 3H | 1.5%  | 3H | 0.45% |
| 比9       | あり                | 12%        | 3H | 10%   | 3H | 測定不能  |

【0176】【実施例26】実施例24で作成した高屈折率層の上に、光架橋性含フッ素ポリマーからなる乾燥膜厚が95nmの低屈折率層（屈折率：1.40、鉛筆硬度：2H）を設けた。得られた反射防止膜について、ヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を実施例10と同様に評価した。さらに、防汚性を評価するため、水の接触角も測定した。結果は第7表に示す。

【0177】【実施例27】実施例23で作成した反射防止膜の低高屈折率層の上に、含フッ素シランカップリング剤を10mg/m<sup>2</sup>塗布し、100℃で1時間加熱した。得られた反射防止膜について、ヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を実施例10と同様に評価し

た。さらに、防汚性を評価するため、水の接触角も測定した。結果は第7表に示す。

【0178】【実施例28】実施例24で作成した反射防止膜の低高屈折率層の上に、含フッ素シランカップリング剤を10mg/m<sup>2</sup>塗布し、100℃で1時間加熱した。得られた反射防止膜について、ヘイズ、強度（鉛筆硬度）および平均反射率を実施例10と同様に評価した。さらに、防汚性を評価するため、水の接触角も測定した。結果は第7表に示す。

【0179】

【表9】

第7表

| 試料番号  | ヘイズ  | 強度 | 平均反射率 | 接触角  |
|-------|------|----|-------|------|
| 実施例26 | 0.3% | 2H | 0.34% | 100° |
| 実施例27 | 0.4% | 3H | 0.35% | 105° |
| 実施例28 | 0.3% | 3H | 0.33% | 106° |

【図面の簡単な説明】

ある。

【図1】反射防止膜の様々な層構成を示す断面模式図で

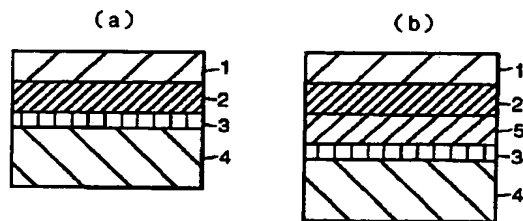
【図2】高屈折率層の断面模式図である。

【図3】低屈折率層の断面模式図である。

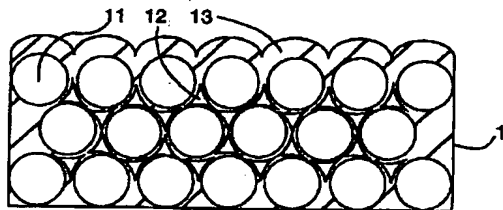
【符号の説明】

- 1 低屈折率層
- 2 高屈折率層
- 3 ハードコート層
- 4 透明支持体

【図1】



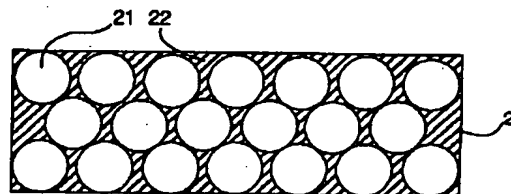
【図3】



5 中屈折率層

- 1 1 低屈折率層の無機微粒子
- 1 2 低屈折率層内のマイクロボイド
- 1 3 低屈折率層のバインダー
- 2 1 高屈折率層の無機微粒子
- 2 2 高屈折率層のバインダー

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 安田 知一  
 神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写真  
 フィルム株式会社内